Démarche d'évaluation du risque : développement d'outils et application à la zone de fraie et d'alevinage du capelan

Noémie Giguère, Pierre Nellis, Gilles H. Tremblay, Martine Giangioppi, Hans-Frédéric Ellefsen, Ali Magassouba, Sophie Comtois, Claude Savenkoff et Réjean Dufour

Pêches et Océans Canada
Institut Maurice-Lamontagne
850, route de la Mer
Mont-Joli (Québec) G5H 3Z4

2011

Rapport technique canadien
des sciences halieutiques et aquatiques 2947

Fisheries and Oceans Canada | Pêches et Océans Canada

Canada

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Les rapports techniques sont destinés essentiellement à un public international et ils sont distribués à cet échelon. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans Canada, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications intégrales. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont indexés dans la base de données *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*.

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement d'origine dont le nom figure sur la couverture et la page du titre.

Les numéros 1 à 456 de cette série ont été publiés à titre de rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457 à 714 sont parus à titre de rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715 à 924 ont été publiés à titre de rapports techniques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 925.

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Technical reports contain scientific and technical information that contributes to existing knowledge but which is not normally appropriate for primary literature. Technical reports are directed primarily toward a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter and the series reflects the broad interests and policies of Fisheries and Oceans Canada, namely, fisheries and aquatic sciences.

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is abstracted in the data base *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts*.

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page.

Numbers 1–456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457–714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715–924 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Rapport technique canadien des
sciences halieutiques et aquatiques 2947

2011

Démarche d'évaluation du risque : développement d'outils et application à la zone de fraie et d'alevinage du capelan

Noémie Giguère[1], Pierre Nellis[1], Gilles H. Tremblay[1], Martine Giangioppi[2], Hans-Frédéric Ellefsen[3], Ali Magassouba[4], Sophie Comtois[1], Claude Savenkoff[5] et Réjean Dufour[5]

1 Direction régionale de la gestion des écosystèmes, Pêches et Océans Canada, Institut Maurice-Lamontagne, 850, route de la Mer, Mont-Joli, Québec G5H 3Z4
2 Direction générale des océans, Pêches et Océans Canada, 200, rue Kent, Ottawa, Ontario K1A 0E6
3 Direction régionale de la gestion des écosystèmes, Pêches et Océans Canada, Secteur Côte-Nord, 701, boul. Laure suite 203, Sept-Îles, Québec G4R 1X8
4 Direction des Politiques et de l'Économique, Pêches et Océans Canada, 104 Dalhousie, Québec, Québec G1T 1B8
5 Direction régionale des Sciences, Pêches et Océans Canada, Institut Maurice-Lamontagne, 850, route de la Mer, Mont-Joli, Québec G5H 3Z4

© Sa majesté la Reine du chef du Canada, 2011
Cat. No. Fs 97-6/2947F ISSN 0706-6570

On devra citer la publication comme suit :

Giguère, N., Nellis, P., Tremblay, G.H., Giangioppi, M., Ellefsen, H.-F., Magassouba, A., Comtois, S., Savenkoff, C. et Dufour R. 2011. Démarche d'évaluation du risque : développement d'outils et application à la zone de fraie et d'alevinage du capelan. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2947 : vii + 37 p.

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES iii
LISTE DES TABLEAUX v
LISTE DES FIGURES v
LISTE DES ANNEXES v
RÉSUMÉ vi
ABSTRACT vi
1.0 INTRODUCTION 1
2.0 MÉTHODOLOGIE 2
2.1 Revue de littérature et choix de la méthodologie 3
2.1.1 Méthode « Risk profiler » 3
2.1.2 Méthode « Integrated estuary assessment framework » 3
2.1.3 Éléments d'intérêt et méthodes complémentaires 4
2.2 Aire d'étude 4
2.3 Élaboration de la démarche d'évaluation du risque et lignes directrices du développement des outils 5
2.3.1 Analyse des conditions prédites 6
2.3.2 Analyse des conditions mesurées 7
2.3.3 Analyse des conditions désirées 7
2.3.4 Analyse comparative des conditions 7
3.0 RÉSULTATS 7
3.1 Étapes préliminaires à l'analyse des conditions prédites 8
3.1.1 Définition de l'unité écologique 8
3.1.2 Rédaction du portrait 8
3.1.3 Inventaire des définitions pertinentes 8
3.1.4 Description de la probabilité et de l'incertitude 9
3.2 Étapes de réalisation de l'analyse des conditions prédites 9
3.2.1 Étape 1 – Identification des activités et des facteurs de stress 9
3.2.2 Étape 2 – Caractérisation du risque associé aux activités humaines 11
3.2.3 Étape 3 – Caractérisation du risque associé aux facteurs de stress 14
3.2.4 Étape 4 – Pondération des couples Activité humaine/Facteur de stress 16
3.2.5 Étape 5 – Profil de risque 17

4.0 DISCUSSION 19
4.1 Interprétation des profils de risque 19
4.2 Poursuite de la démarche proposée 20
5.0 CONCLUSION 21
6.0 REMERCIEMENTS 21
7.0 RÉFÉRENCES 21
8.0 ANNEXES 23

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Synthèse des résultats de l'analyse des conditions prédites pour la plage de Gallix 20

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Étapes de l'analyse de risque 1
Figure 2. Unité écologique et zone de contexte anthropique immédiat 5
Figure 3. Distinction des quatre blocs d'analyse composant la démarche proposée pour l'évaluation du risque 6
Figure 4. Adaptation du modèle holistique de séquence des effets sur la conservation du capelan de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent pour le cas particulier de l'altération de la zone côtière. 9
Figure 5. Identificateur de présence des activités humaines pour l'unité écologique. 10
Figure 6. Couples Activité humaine/Facteur de stress possibles pour la zone de fraie et d'alevinage du capelan. Les cases noires signalent une impossibilité de couplage, quelle que soit l'unité écologique choisie. 11
Figure 7. Exemple de grille de caractérisation du risque pour une activité humaine : niveau de risque associé au critère d'intensité de la production hydroélectrique et la gestion de l'eau pour la plage de Gallix 12
Figure 8. Sommaire des résultats de la caractérisation du risque associé aux activités humaines de la plage de Gallix. 14
Figure 9. Exemple de description de niveau de risque associé au critère de réversibilité pour le facteur de stress « Modification de la zone riveraine ». 15
Figure 10. Sommaire des résultats de la caractérisation des risques associés aux facteurs de stress de la plage de Gallix. 15
Figure 11. Exemple de pondérateur de la force du lien d'un couple Activité humaine/ Facteur de stress « Modification de la zone riveraine » pour la plage de Gallix 16
Figure 12. Sommaire des résultats de la pondération de la force des couples Activité humaine/Facteur de stress pour la plage de Gallix. 17
Figure 13. Profil de risque des activités humaines présentes et ayant le potentiel d'engendrer une modification de la zone riveraine pour la plage de Gallix. 18

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Composition du groupe de travail du MPO ayant collaboré à la phase II du projet pilote. 23
Annexe 2. Glossaire. 24
Annexe 3. Modèles de séquence des effets. 29
Annexe 4. Poursuite de la démarche proposée. 31
Annexe 5. Outils 37

RÉSUMÉ

Giguère, N., Nellis, P., Tremblay, G.H., Giangioppi, M., Ellefsen, H.-F., Magassouba, A., Comtois, S., Savenkoff, C. et Dufour R. 2011. Démarche d'évaluation du risque : développement d'outils et application à la zone de fraie et d'alevinage du capelan. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2947 : vii + 37 p.

Le présent projet pilote s'annexe aux travaux nationaux en cours et vise à appliquer les concepts théoriques d'une approche d'analyse de risque aux particularités d'une situation réelle, la conservation du capelan de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Alors que la phase I a conduit à l'identification et à la formulation de la problématique par l'élaboration de modèles de séquence des effets (SdE), la phase II présentée dans ce document a ciblé l'élaboration d'une démarche d'évaluation du risque par le développement d'outils et par leur application. La démarche proposée se compose de quatre blocs d'analyses : les analyses des conditions prédites, des conditions mesurées et des conditions désirées, de même que l'analyse comparative de ces conditions. Afin de réaliser les exercices de développement et d'application des outils, les activités humaines et les facteurs de stress identifiés par les SdE pour leur potentiel d'altération de la zone côtière, donc ayant un effet probable sur la zone de fraie et d'alevinage du capelan, ont été retenus. À cet effet, la plage de Gallix, située dans la région de Sept-Îles (Québec, Canada), a été identifiée comme unité écologique de référence. La démarche d'évaluation du risque proposée a permis de développer un outil d'analyse des conditions prédites et d'explorer, par la réalisation d'ébauche d'outils, certaines avenues possibles pour les trois autres blocs d'analyses. Dans l'ensemble, cette deuxième phase du projet pilote a permis de démontrer qu'il est possible de développer des outils d'évaluation du risque de façon à ce qu'ils soient polyvalents, flexibles et performants lorsqu'utilisés dans le contexte d'une situation réelle. Enfin, ces travaux ont permis de valider que l'évaluation du risque, à l'intérieur d'un cadre d'analyse de risque, a le potentiel de permettre aux décideurs de dégager les priorités et, subséquemment, de concentrer leurs efforts sur la gestion et la réglementation des activités qui ont un plus grand potentiel d'impact environnemental, social, culturel ou économique.

ABSTRACT

Giguère, N., Nellis, P., Tremblay, G.H., Giangioppi, M., Ellefsen, H.-F., Magassouba, A., Comtois, S., Savenkoff, C., and Dufour R. 2011. Risk assessment procedure: development of tools and application in the capelin spawning / larval retention area. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2947: vii+37 pp.

This pilot project is linked to current national work and applies the theoretical notions of a risk analysis in the context of a real situation: capelin conservation in the Estuary and Gulf of St. Lawrence. While phase I resulted in the identification and the formulation of the problem through the development of Pathways of Effects (PoE) models, phase II, presented in this report, focusses on the development of a proposed risk assessment procedure and associated tools to be applied. The procedure is composed of four types of analysis: analyses of predicted conditions, measured conditions, and desired conditions, and a comparative analysis of conditions. The

human activities and stressors identified in PoE models that potentially affect the capelin spawning / larval retention area were used to develop and apply the tools. To do this, Gallix beach, located in the region of Sept-Îles (Quebec, Canada), was selected as the ecological unit of reference. The proposed risk assessment procedure contributed to the development of a tool to analyze the predicted conditions. To carry out the three remaining types of analysis, other avenues were explored. All in all, the second phase of the pilot project demonstrated that tools can be developed to be versatile, flexible, and to perform well when used in a real context. Lastly, the work confirmed that risk assessment within a risk analysis process can help decision makers define priorities and subsequently focus their efforts on the management and regulation of activities that have greater potential social, cultural, or economic impacts.

1.0 INTRODUCTION

Le Ministère des Pêches et des Océans (MPO), par la Loi sur les océans, favorise le développement durable et la protection des océans afin d'assurer le maintien d'écosystèmes sains et productifs pour les générations actuelles et futures. Dans cette optique, le MPO reconnaît les approches décisionnelles axées sur le risque comme un élément clé d'une gestion efficace. Certains efforts sont présentement investis dans le développement de lignes directrices visant à soutenir les décideurs impliqués dans la planification des océans et la gestion de l'environnement lors de la mise en œuvre de la gestion intégrée des océans et de la gestion écosystémique des côtes et des océans du Canada. Ces lignes directrices peuvent aussi être utilisées dans d'autres contextes afin d'identifier, d'évaluer et de gérer les impacts potentiels des activités humaines sur les écosystèmes aquatiques et leurs ressources. Ces lignes directrices pourront s'appliquer à toutes activité sociale, culturelle et économique se déroulant sur terre ou en mer et qui ont le potentiel d'affecter les écosystèmes estuariens, côtiers et marins du Canada (MPO 2010, MPO en prép.[1]). L'analyse de risque est une approche utilisée par plusieurs institutions nationales et internationales (p. ex. Queensland Environmental Protection Agency en Australie, United States Environmental Protection Agency, Agence canadienne d'inspection des aliments et Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture). Elle inclut généralement les étapes d'*identification* et de *formulation du problème*, d'*évaluation du risque* et de *gestion du risque*.

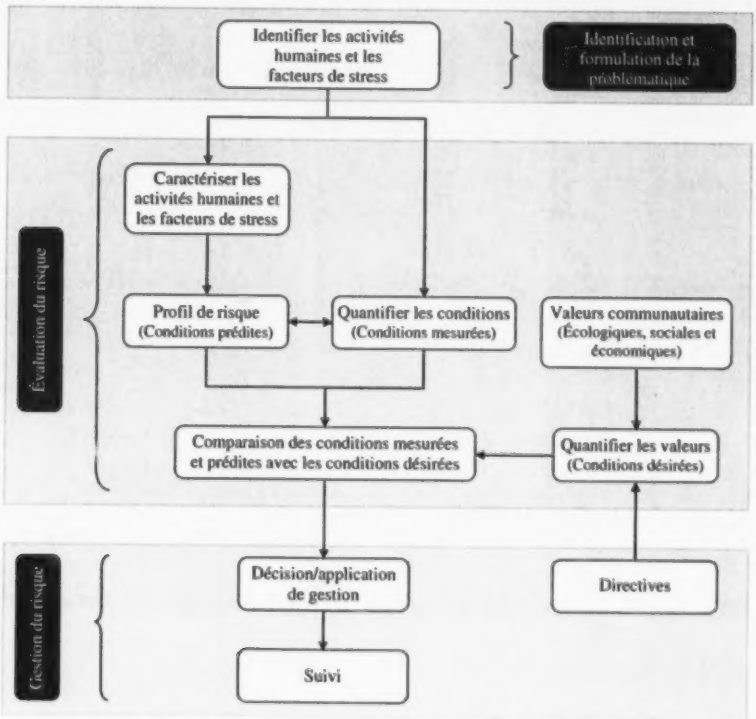


Figure 1. Étapes de l'analyse de risque (adapté de Moss *et al.* 2006).

[1] MPO (Ministère des Pêches et des Océans). En préparation. Draft Pathways of Effects National Guidelines: January 25th.

Ce projet pilote, mené selon une approche d'analyse de risque, a pour objectif d'élaborer et d'appliquer à une situation réelle des outils de gestion simples, efficaces et polyvalents qui permettent de dresser le portrait complet d'une problématique environnementale et de supporter les gestionnaires dans le processus de prise de décision. Alors que la phase I du projet, par l'élaboration de modèles de séquence des effets (SdE), a permis d'accomplir les étapes d'identification et de formulation du problème de l'analyse de risque (Giguère *et al.* 2011), la phase II met l'accent sur l'étape d'évaluation du risque. Les modèles SdE permettent d'établir les liens potentiels de causalités entre des activités humaines, les facteurs de stress et les impacts qu'ils pourraient engendrer sur une composante ou une fonction écologique à conserver. La phase II vise à proposer une démarche et à développer des outils permettant d'évaluer et de qualifier le risque que représentent ces liens. L'application de ce processus d'évaluation du risque à un contexte réel permet de valider sa capacité à faire ressortir et à classer les enjeux par ordre de priorité, ce qui est nécessaire à la réalisation de l'étape finale de l'analyse de risque, c'est-à-dire la gestion du risque.

La « conservation du capelan de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent » est le sujet choisi par le groupe de travail (Annexe 1) et auquel chacune des deux phases du projet pilote a été appliquée. Le capelan (*Mallotus villosus*) a été sélectionné en raison de son importance écologique (Savenkoff *et al.* 2007a, 2007b) et de sa répartition dans l'ensemble de l'écosystème Saint-Laurent (Grégoire *et al.* 2008). Lors de la phase I, la conservation de l'espèce a été l'élément central des modèles SdE, soit le paramètre ultime (PU)[2]. Toutefois, pour réaliser une évaluation du risque (phase II), des paramètres ultimes mesurables (PUM) (Glossaire, Annexe 2) devaient être clairement définis. Ces PUM guident l'évaluation et constituent la base de la formulation des questions, des prédictions, des modèles et des analyses (MPO en prép.). Pour répondre aux besoins de cette phase, le PUM « Quantité et qualité de l'habitat de fraie et d'alevinage du capelan »[3] a été choisi (Giguère *et al.* 2011) et la plage de Gallix, située dans la municipalité de Sept-Îles (Québec, Canada), a été ciblée en tant qu'unité écologique où mener l'évaluation.

La démarche proposée comprend quatre blocs d'analyses, soit les analyses des conditions prédites, des conditions mesurées et des conditions désirées, de même que l'analyse comparative de ces conditions. Ce rapport présente les grandes étapes de cette démarche et les détails de l'outil d'analyse des conditions prédites qui a été développé, lequel permet d'évaluer le risque écologique associé à la présence humaine pour une unité écologique. Par le biais d'ébauches d'outils, ce rapport aborde aussi certaines avenues qui peuvent être envisagées pour la réalisation des trois autres blocs d'analyses. L'ensemble des ces outils, sous forme d'ébauche ou non, pave la voie d'une évaluation complète du risque, notamment en proposant d'ajouter les aspects sociaux, économiques et culturels au volet écologique de la problématique.

2.0 MÉTHODOLOGIE

Deux des modèles de séquences des effets produits lors de la phase I (Annexe 3) ont permis de cerner correctement la problématique et d'orienter l'ensemble de la méthodologie. La démarche

---

[2] Le terme « paramètre ultime » a été choisi lors de la phase I (Giguère *et al.* 2011) en substitution du terme « composante écologique valorisée ». Il est défini plus en détail au glossaire de l'Annexe 2.

[3] Le PUM « Quantité et qualité de l'habitat de fraie et d'alevinage du capelan » sera remplacé par l'expression raccourcie « Zone de fraie et d'alevinage ». Une définition détaillée du PUM est fournie à l'Annexe 2.

d'évaluation du risque a ensuite été élaborée sur la base d'une revue des diverses méthodes existantes. Les Sections 2.1 à 2.3 présentent les étapes qui ont mené à la définition de la démarche.

2.1 REVUE DE LITTÉRATURE ET CHOIX DE LA MÉTHODOLOGIE

Le choix de la méthode d'évaluation du risque a été guidé par les caractéristiques que devrait posséder l'ensemble de la démarche et des outils et qui correspondent aux besoins du présent projet : simplicité d'utilisation, communication efficace des résultats, capacité d'intégration élevée, flexibilité et polyvalence. La démarche établie résulte principalement de la combinaison de deux différentes méthodes exitantes, soit le « *Risk profiler: Ecosystem Risk Characterisation and Decision-Making Support Tool* » (M. Hardy, MPO, Centre des pêches du Golfe, données non publiées) et le « *Integrated estuary asessment framework* » (Moss *et al.* 2006).

2.1.1 Méthode « *Risk profiler* »

La méthode « *Risk profiler* (profileur de risque) » (M. Hardy, MPO, données non publiées) a été retenue comme principale méthode de référence pour le développement des outils. Elle fournit une procédure pour évaluer le niveau de risque associé aux impacts potentiels des activités humaines sur le paramètre ultime ou sur un des paramètres ultimes mesurables. Cette démarche simple et semi-quantitative permet de caractériser les activités humaines et les facteurs de stress propres à une unité écologique en fonction de la sévérité et de la probabilité des impacts qu'ils peuvent y engendrer. Le profileur de risque permet donc d'attribuer aux activités humaines et aux facteurs de stress un niveau de risque et, ultimement, de produire un profil de risque écologique sous forme graphique.

Cette méthode est un outil efficace permettant de fournir aux décideurs, aux professionnels et aux gestionnaires des scénarios sur lesquels baser leurs prises de décision. Cet outil permet d'identifier les priorités de gestion en se basant sur les vulnérabilités de l'unité écologique (M. Hardy, MPO, données non publiées).

2.1.2 Méthode « *Integrated estuary assessment framework* »

L'intérêt de la méthode « *Integrated estuary assessment framework* (cadre d'évaluation intégrée d'un estuaire) » (Moss *et al.* 2006) relève principalement du fait qu'elle base sa hiérarchisation des impacts sur les conditions biophysiques du milieu et sur la valeur attribuée au paramètre ultime par les communautés humaines concernées. De ce fait, elle ouvre la porte à l'intégration des aspects socio-économiques et culturels de même qu'à celle des données scientifiques au processus d'évaluation du risque. Plusieurs éléments de cette méthode présentent un intérêt particulier, notamment pour structurer l'ensemble de la démarche (voir Section 2.3). Parmi ces éléments, l'utilisation de tableau synthèse des conditions étudiées (voir Section 2.3) facilite la lecture et la communication des résultats obtenus, une étape cruciale de l'évaluation du risque.

2.1.3 Éléments d'intérêt et méthodes complémentaires

Les éléments ou concepts d'intérêt suivants ont été retenus parmi d'autres approches d'évaluation du risque.

Plusieurs méthodes introduisent le concept d'incertitude. D'après Fletcher (2008), l'évaluation du risque consiste à prendre la décision la plus éclairée possible à partir de l'information disponible et implique nécessairement de l'incertitude. N. Mandrak (MPO, Laboratoire des Grands Lacs pour les pêches et les sciences aquatiques, données non publiées) définit l'incertitude comme un élément qui « prend en considération la qualité et la quantité de données disponibles pour évaluer la probabilité et l'amplitude [sévérité] et fournit aux gestionnaires du risque une indication des forces et des faiblesses inhérentes à l'évaluation des risques ».

Aussi, certaines méthodes utilisent des critères d'évaluation bâtis selon une échelle à plusieurs niveaux permettant une classification plus fine du risque. Par exemple, certaines méthodes utilisées au MPO (N. Mandrak, MPO, données non publiées; G. Olivier, MPO, Administration centrale, comm. pers.) définissent le risque sur la base de la probabilité qu'un événement survienne et sur l'amplitude ou sévérité de ses impacts potentiels. À chacun de ces volets est associée une échelle spécifique qui permet de mieux quantifier le risque qui leur est associé (p. ex. cinq niveaux, de « négligeable » à « extrême », pour caractériser l'amplitude du risque). Par ailleurs, des catégories de critères peuvent être établies en fonction des différents aspects d'une problématique (p. ex. critères socio-économiques, humains, écologiques).

De son côté, un outil développé dans le cadre du travail sur les zones d'importance écologique et biologique (ZIEB) et sur les espèces d'importance écologique potentielle (EIÉP) inclut un élément important visant à augmenter la transparence du processus d'évaluation du risque (Hardy et al., en prép.[4]). Pour assurer une telle transparence, une section « justification » permet d'appuyer le choix d'un niveau de risque par les informations qui ont permis de le déterminer.

Enfin, l'utilisation de méthodes d'analyse de risque dans un cas réel, tel que celui de l'écosystème du Versant Nord du Yukon (Stephenson et Hartwig 2009), suscite aussi un intérêt par rapport à la compilation des résultats sous forme de cartes. Ce résumé visuel permet d'illustrer géographiquement les différents niveaux de risque évalués dans l'aire d'étude ciblée.

2.2 AIRE D'ÉTUDE

La plage de Gallix située dans la baie Sainte-Marguerite, près de Sept-Îles, possède les caractéristiques recherchées pour l'exercice d'application des outils à une situation réelle : 1) elle est utilisée comme zone de fraie et d'alevinage par le capelan (MPO 2011; F. Grégoire, MPO, Institut Maurice-Lamontagne, comm. pers.), 2) plusieurs activités humaines et facteurs de stress sont présents en périphérie de celle-ci et 3) des travaux de recherche visant à identifier les caractéristiques biophysiques d'une bonne plage à capelan y sont en cours (F. Grégoire, MPO, comm. pers).

[4] Hardy, M., Ferron, C., Mullins, C., Trottier, J., and Joseph, V. En préparation. Vulnerabilities of ecosystem components to human activities within the Gulf of St. Lawrence. Gulf Region Oceans Management Series 201/XX.

La Figure 2 montre l'aire d'étude de la phase II : l'unité écologique de la plage de Gallix et son contexte anthropique immédiat[5]. L'unité écologique comprend la plage, de la limite des pleines mers supérieures grande marée jusqu'à l'isobathe de 5 mètres. La limite inférieure, d'une profondeur de 5 mètres, a été établie en fonction de l'utilisation générale de la plage comme zone de fraie et d'alevinage par le capelan (F. Grégoire, MPO, comm. pers.).

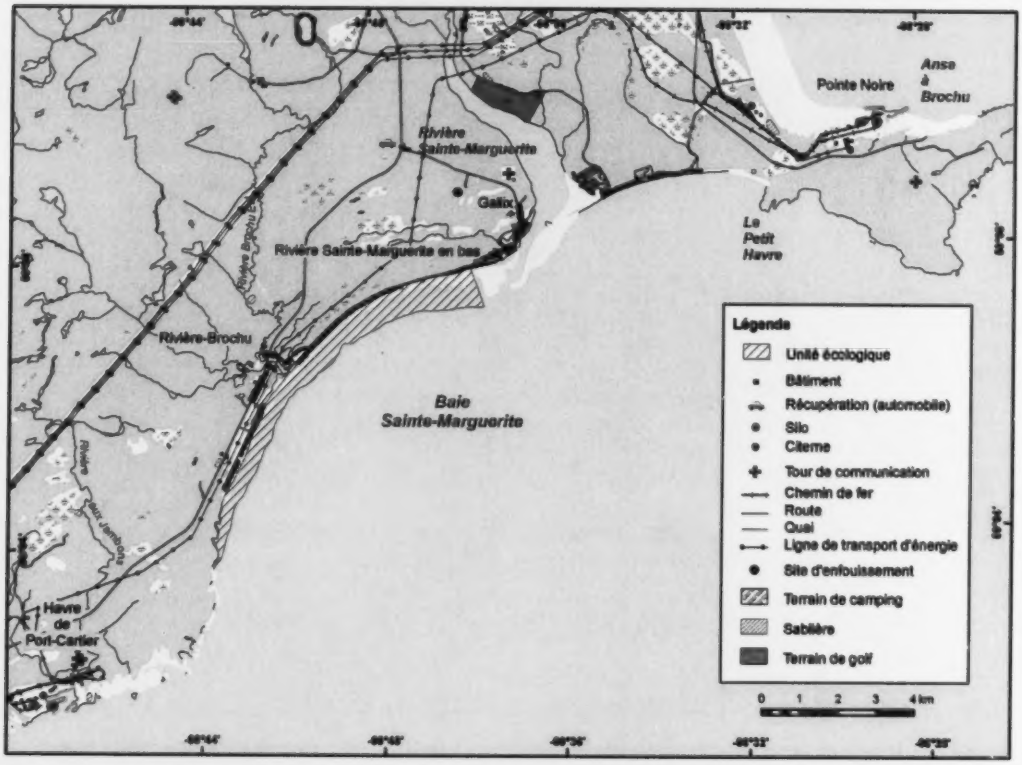


Figure 2. Unité écologique et zone de contexte anthropique immédiat (source : Système d'information pour la gestion de l'habitat du poisson – SIGHAP, MPO).

2.3 ÉLABORATION DE LA DÉMARCHE D'ÉVALUATION DU RISQUE ET LIGNES DIRECTRICES DU DÉVELOPPEMENT DES OUTILS

La démarche proposée pour l'évaluation du risque et sur laquelle se base le développement des outils s'inspire du cadre proposé par Moss *et al.* (2006) (Figure 1). Les analyses à réaliser ont été regroupées en blocs selon leur objectif distinct. Les quatre blocs d'analyse déterminés sont : 1) l'analyse des conditions prédites, 2) l'analyse des conditions mesurées, 3) l'analyse des

[5] Le contexte anthropique immédiat est une représentation sommaire des principales activités humaines présentes à l'intérieur de la baie Sainte-Marguerite. Lors de l'évaluation des risques, les activités humaines et les facteurs de stress ayant une influence sur l'unité écologique seront considérés dans leur ensemble et selon leur importance et ce, même s'ils se situent à l'extérieur de la zone représentée ici.

conditions désirées et 4) l'analyse comparative des conditions (Figure 3). Pour les besoins du projet, le Bloc 1 est basé sur la méthode du profileur de risque décrite précédemment (Section 2.1.1). Les Blocs 2 à 4 complètent la démarche et s'inspirent du travail de Moss *et al.* (2006) (Section 2.1.2).

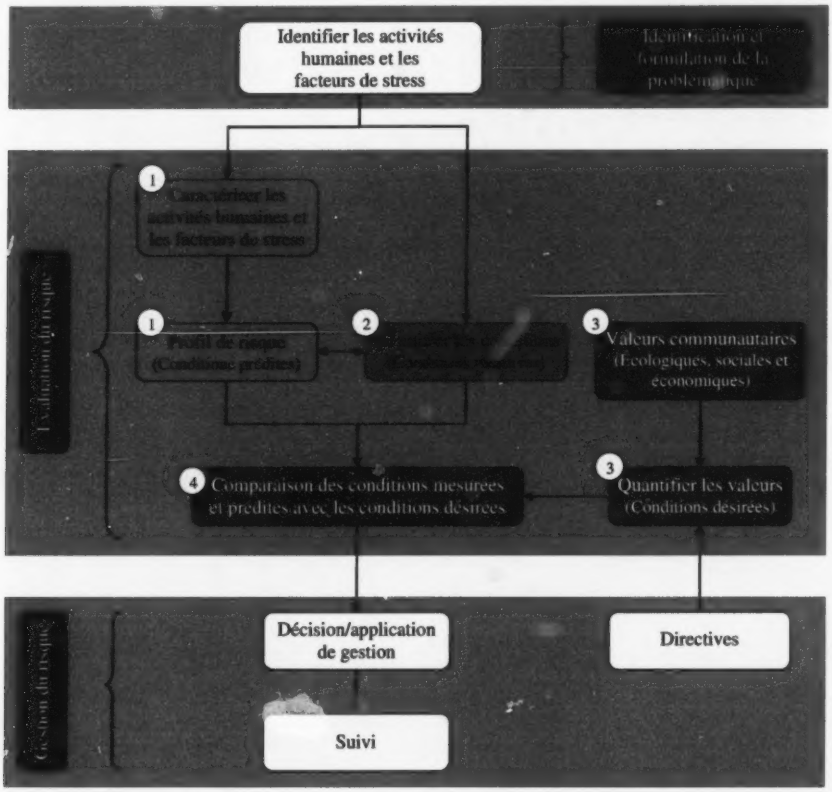


Figure 3. Distinction des quatre blocs d'analyse composant la démarche proposée pour l'évaluation du risque : 1) analyse des conditions prédites, 2) analyse des conditions mesurées, 3) analyse des conditions désirées et 4) analyse comparative des conditions.

2.3.1 Analyse des conditions prédites

L'analyse des conditions prédites (Bloc 1) vise à caractériser le risque associé aux activités humaines et aux facteurs de stress présents dans l'unité écologique et pouvant avoir un impact sur le paramètre ultime sélectionné. L'outil à développer se veut être une adaptation du « *Risk profiler* » auquel seraient inclus, dans la mesure du possible, les éléments d'intérêt mentionnés à la Section 2.1.3. Il vise à déterminer le risque en trois étapes, soit 1) en définissant l'unité écologique, 2) en caractérisant les activités et les facteurs de stress présents et 3) en produisant les profils de risque.

2.3.2 Analyse des conditions mesurées

Alors que l'analyse des conditions prédites permet d'estimer le niveau de risque que pourraient représenter les différents usages pour l'unité écologique, l'analyse des conditions mesurées (Bloc 2) présente une indication de l'état actuel de l'unité. Cet indice résulte du traitement et de l'interprétation de données scientifiques sur les caractéristiques biophysiques du milieu et en lien avec les mêmes facteurs de stress que ceux considérés lors de l'analyse du Bloc 1.

2.3.3 Analyse des conditions désirées

L'analyse des conditions désirées (Bloc 3) apporte des précisions sur les aspects sociaux, économiques et culturels en permettant de quantifier la valeur que les communautés touchées attribuent à l'unité écologique. Ce type d'analyse est complexe et plusieurs méthodes peuvent être employées pour y parvenir (p. ex. séance de travail avec des groupes témoins, sondage à grande échelle, concertation, consultation d'intervenants du milieu). À titre d'exemple, un sondage a été mené auprès de 800 résidents du Queensland (Australie) pour connaître la valeur économique accordée par la population à divers types d'utilisation des cours d'eau de la région (Lockie et Jennings 2003).

L'analyse des conditions désirées est réalisée préférablement à la suite des deux analyses présentées précédemment. Sa méthodologie peut alors s'adapter aux enjeux majeurs ciblés par ces dernières et évalue ainsi la valeur et le risque attribués spécifiquement à ces éléments par les communautés concernées.

2.3.4 Analyse comparative des conditions

Le quatrième bloc d'analyse consiste en une comparaison des différents résultats des trois blocs précédents. Il peut se résumer par un tableau synthèse qui guidera les gestionnaires au cours de la prise des décisions. L'outil d'analyse comparative peut prendre plusieurs formes selon les besoins des gestionnaires et décideurs ou selon les résultats obtenus lors des analyses précédentes.

3.0 RÉSULTATS

Le principal produit de la phase II du projet est un outil d'analyse des conditions prédites (Bloc 1) qui a été entièrement développé et validé. Toutefois, bien que la démarche d'évaluation du risque proposée soit complète, les outils pour accompagner l'ensemble de cette démarche n'ont pas tous atteint l'étape de la validation dans un contexte réel. Les avenues de développement et les ébauches d'outils conçus pour les autres analyses prévues (Blocs 2 à 4) sont abordées à l'Annexe 4.

La section « Résultats » présente en détail l'outil d'analyse des conditions prédites, un chiffrier Excel disponible à l'Annexe 5. Il a été conçu de façon à s'adapter à différentes situations, que ce soit un changement d'aire d'étude ou encore un changement de paramètre ultime. Cet outil a été testé sur la base des données biophysiques et du contexte anthropique de la plage de Gallix.

Les sections suivantes décrivent l'outil et son utilisation en présentant les étapes préliminaires et les étapes de réalisation de l'analyse des conditions prédites menant à la caractérisation du risque et à la production des graphiques de profil de risque. Chacune des sections correspond à un onglet du chiffrier; la présentation prend la forme d'un didacticiel appuyé par des exemples tirés de l'exercice réalisé pour la plage de Gallix. Deux exemplaires de l'outil sont disponibles sur le support CD placé à l'Annexe 5, un exemplaire vierge prêt à l'utilisation (analyse-conditions-predites_original.xls) et l'autre exemplaire présentant les résultats de l'exercice de Gallix (analyse-conditions-predites_gallix.xls). Il est fortement suggéré d'accompagner la lecture du didacticiel d'au moins un de ces exemplaires.

3.1 ÉTAPES PRÉLIMINAIRES À L'ANALYSE DES CONDITIONS PRÉDITES

3.1.1 Définition de l'unité écologique

L'onglet « Unité écologique » permet de bien définir l'unité sur laquelle porte l'analyse des conditions prédites et, par conséquent, l'ensemble des analyses d'évaluation du risque subséquentes. Il importe de définir cette zone selon le paramètre visé (ici le paramètre ultime mesurable « Zone de fraie et d'alevinage »), de façon à ce que l'analyse se concentre sur le sujet sélectionné. L'onglet présente une carte descriptive de la zone à laquelle il est possible d'ajouter une description écrite.

Pour l'exercice de la plage de Gallix, la carte descriptive montre l'unité écologique et son contexte anthropique immédiat tel que présenté à la Section 2.2. Une description des principales particularités biophysiques de l'unité a aussi été ajoutée.

3.1.2 Rédaction du portrait

L'onglet « Portrait » permet d'intégrer à l'outil l'ensemble des informations décrivant les activités humaines et les facteurs de stress potentiels (identifiés à l'Annexe 3) pouvant avoir un impact sur l'unité écologique. Pour chacun des éléments anthropiques identifiés, le portrait est divisé en fonction des différents critères d'évaluation qui seront présentés ultérieurement.

Le portrait doit être aussi complet que possible et basé sur la littérature. À ce titre, le portrait possède une colonne d'identification des sources. Il peut aussi être complété par des cartes descriptives de la région entourant l'unité écologique et comprenant les activités humaines présentes, ce qui permet une meilleure visualisation des facteurs de stress potentiels. L'Annexe 5 contient un gabarit général (« gabarit_redaction-portrait.doc ») permettant de guider la collecte des données nécessaires à la rédaction du portrait.

3.1.3 Inventaire des définitions pertinentes

Les définitions pertinentes peuvent être inscrites dans cet onglet de l'outil afin de servir de référence lors de l'exercice de caractérisation. Pour l'exercice de la plage de Gallix, les définitions qui y ont été placées sont celles décrivant les activités humaines et les facteurs de stress telles que formulées lors de la phase I de projet (Giguère *et al.* 2011).

3.1.4 Description de la probabilité et de l'incertitude

L'onglet « Probabilité et incertitude » présente deux des éléments d'intérêt ressortis à la Section 2.1.3. Les critères de classement de la probabilité du risque (Gilles Olivier, MPO, comm. pers.) ont servi dans l'élaboration de certains critères d'évaluation du risque associés aux activités humaines (Section 3.2.2). Cette échelle de probabilité permet d'ajouter une notion de proportion (%) à certains critères (p. ex. l'étendue géographique d'une activité) et facilite le processus de caractérisation du risque. Pour les critères de classement de l'incertitude, l'échelle proposée par Mandrak (MPO, données non publiées) est utilisée comme référence pour illustrer le degré de certitude qui peut être attribué aux sources sur lesquelles se base la caractérisation du risque. Cette échelle est à la base de la cote d'incertitude qui sera attribuée lors des Étapes 2 et 3 de la réalisation de l'analyse des conditions prédites (Sections 3.2.2 et 3.2.3).

3.2 ÉTAPES DE RÉALISATION DE L'ANALYSE DES CONDITIONS PRÉDITES

3.2.1 Étape 1 – Identification des activités et des facteurs de stress

La première étape de l'analyse des conditions prédites est effectuée à l'onglet « 1-Identification Activités/Facteurs ». Comme pour l'ensemble des étapes qui suivront, les informations de base sur lesquelles se fonde cette opération sont tirées de modèles SdE produits lors de la phase I (Annexe 3). La Figure 4 montre un modèle SdE adapté aux besoins de la phase II. Ce modèle SdE adapté a l'avantage de faire ressortir les activités et les facteurs de stress potentiels propres à la zone de fraie et d'alevinage (Giguère *et al.* 2011).

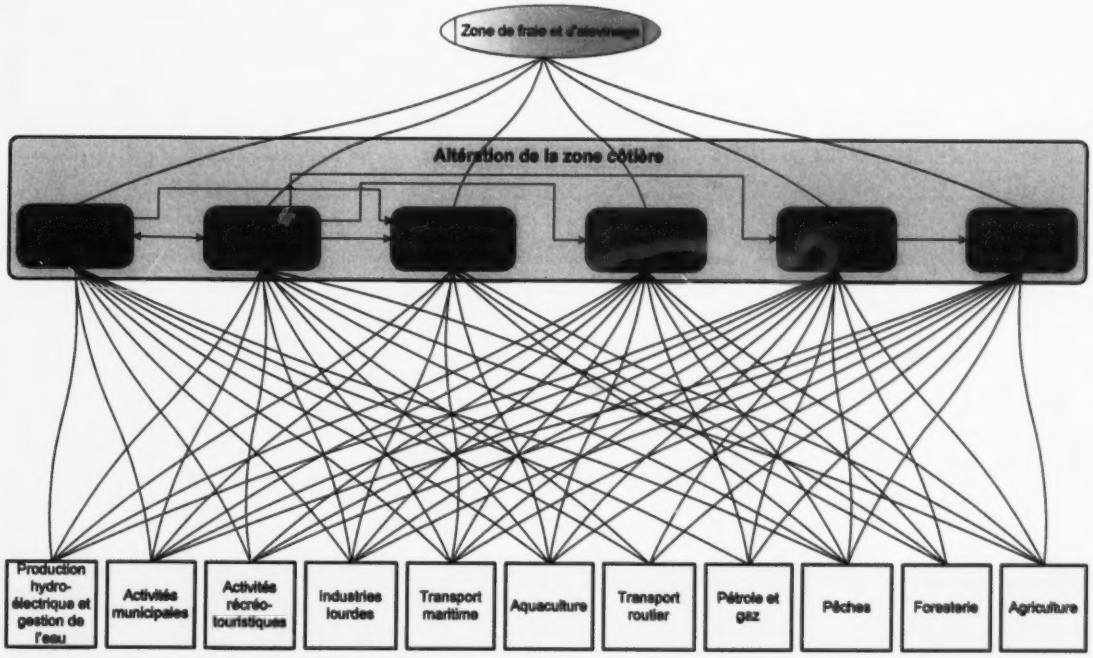
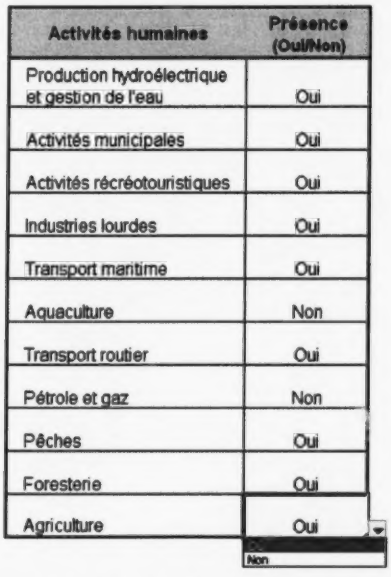


Figure 4. Adaptation du modèle holistique de séquence des effets sur la conservation du capelan de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent pour le cas particulier de l'altération de la zone côtière.

Cet onglet contient un tableau interactif à compléter (Figure 5)[6] qui permet à l'utilisateur d'indiquer la présence ou l'absence d'une activité humaine à l'intérieur de l'unité écologique ou de la zone d'influence (Glossaire, Annexe 2). L'outil offre les choix « oui/non » sous forme de bande déroulante. Pour la plage de Gallix, la Figure 5 montre que les activités d'aquaculture et de la filière pétrole et gaz sont absentes de la zone.



Activités humaines	Présence (Oui/Non)
Production hydroélectrique et gestion de l'eau	Oui
Activités municipales	Oui
Activités récréotouristiques	Oui
Industries lourdes	Oui
Transport maritime	Oui
Aquaculture	Non
Transport routier	Oui
Pétrole et gaz	Non
Pêches	Oui
Foresterie	Oui
Agriculture	Oui

Figure 5. Identificateur de présence des activités humaines pour l'unité écologique.

Un deuxième tableau placé dans cet onglet (Figure 6) complète l'information en présentant les options de couples Activité humaine/Facteur de stress possibles. Dans ce tableau, les cases noires correspondent à des options considérées impossibles et ce, peu importe le type d'unité écologique à l'étude. Ceci découle des modèles SdE (Figure 4 et Giguère *et al.* 2011).

L'information placée dans le tableau interactif et celle contenue dans le tableau des couples est automatiquement compilée et reportée dans l'avant-dernier onglet du chiffrier, nommé « Identification ». Dans cet onglet apparaissent uniquement les couples formés des activités présentes dans l'unité écologique et des facteurs de stress provoqués par ces activités. Seuls ces couples seront considérés et représentés dans les profils de risque finaux.

[6] Pour l'ensemble du didacticiel, le terme figure a été choisi malgré le fait que l'élément représenté est parfois un tableau : dans tous les cas les « figures » sont des images prises à même l'outil.

	M. zone riveraine	M. régime hydrique	Température et salinité	Nutriments	M. organique	Contaminants
Production hydro.	Production hydro. / M. zone riveraine	Production hydro. / M. régime hydrique	Production hydro. / Température et salinité	Production hydro. / Nutriments	Production hydro. / M. organique	
A. municipales	A. municipales / M. zone riveraine	A. municipales / M. régime hydrique	A. municipales / Température et salinité	A. municipales / Nutriments	A. municipales / M. organique	A. municipales / Contaminants
A. récréo.	A. récréo. / M. zone riveraine	A. récréo. / M. régime hydrique		A. récréo. / Nutriments	A. récréo. / M. organique	A. récréo. / Contaminants
I. lourdes	I. lourdes / M. zone riveraine	I. lourdes / M. régime hydrique	I. lourdes / Température et salinité	I. lourdes / Nutriments	I. lourdes / M. organique	I. lourdes / Contaminants
T. maritimes	T. maritimes / M. zone riveraine	T. maritimes / M. régime hydrique	T. maritimes / Température et salinité	T. maritimes / Nutriments	T. maritimes / M. organique	T. maritimes / Contaminants
Aquaculture	Aquaculture / M. zone riveraine	Aquaculture / M. régime hydrique	Aquaculture / Température et salinité	Aquaculture / Nutriments	Aquaculture / M. organique	Aquaculture / Contaminants
T. routier	T. routier / M. zone riveraine	T. routier / M. régime hydrique			T. routier / M. organique	T. routier / Contaminants
Pétrole et gaz	Pétrole et gaz / M. zone riveraine			Pétrole et gaz / Nutriments	Pétrole et gaz / M. organique	Pétrole et gaz / Contaminants
Pêches	Pêches / M. zone riveraine	Pêches / M. régime hydrique	Pêches / Température et salinité	Pêches / Nutriments	Pêches / M. organique	Pêches / Contaminants
Foresterie		Foresterie / M. régime hydrique	Foresterie / Température et salinité	Foresterie / Nutriments	Foresterie / M. organique	
Agriculture		Agriculture / M. régime hydrique	Agriculture / Température et salinité	Agriculture / Nutriments	Agriculture / M. organique	Agriculture / Contaminants

Figure 6. Couples Activité humaine/Facteur de stress possibles pour la zone de fraie et d'alevinage du capelan. Les cases noires signalent une impossibilité de couplage, quelle que soit l'unité écologique choisie.

3.2.2 Étape 2 – Caractérisation du risque associé aux activités humaines

La deuxième étape de l'analyse des conditions prédites, sous les onglets identifiés du chiffre 2, permet de caractériser le risque associé à chacune des activités humaines identifiées dans l'unité écologique et ce, en fonction de cinq critères distincts : l'intensité, la durée, l'étendue géographique, la tendance et la réponse régulatrice[7]. Les trois premiers critères caractérisent la sévérité du risque, alors que les deux derniers sont reliés à sa probabilité.

Le format de la grille de caractérisation des activités humaines est présenté à la Figure 7. Sous le nom de l'activité humaine concernée se trouve le critère à évaluer, ainsi que sa définition générale (case grise). Pour chacun des critères, cinq niveaux de risque sont établis et décrits selon l'activité humaine définie. Ces descriptions sont facilement modifiables selon les besoins de l'unité écologique à l'étude ou encore selon la nature des différentes activités présentes, ce qui ajoute à la flexibilité et à la polyvalence de l'outil.

[7] Le critère « Réponse régulatrice » est fondé sur la prémisse qu'une activité non règlementée présenterait un risque plus élevé pour l'unité écologique qu'une activité fortement légiférée (Stephenson et Hartwig 2009).

Activité:	Production hydroélectrique et gestion de l'eau			
				Résultats
				5.0 5.0 4.0 3.0 1.0
				0.5 0.1 0.5 0.3 0.1

Niveau de risque	INTENSITE Critère	Incertitude Placer un x		Placer un x	Justification : Intensité
	L'intensité, ou degré d'activité, se définit comme l'amplitude du phénomène qu'une activité humaine engendre à l'intérieur de l'unité écologique et/ou à l'intérieur d'une zone d'influence directe sur l'unité écologique. Elle est exprimée en valeur numérique, telle une fréquence, un effort ou une puissance.				La rivière Sainte-Marguerite est traversée par trois centrales hydroélectriques, soit la SM-1, la SM-2 et la SM-3. Deux centrales hydroélectriques, appartenant à des producteurs privés (Compagnie minière IOC), sont établies près de l'embouchure : la centrale SM-1 (production de 28,5 MW) et la centrale SM-2 (production de 17,6 MW). En 1994, Hydro-Québec entamait la construction du barrage Denis-Perron où se situe la centrale SM-3, qui comprend deux groupes turbines-alternateurs capables de produire au total 882 MW (Hydro-Québec, 2002). La superficie du bassin versant drainée au barrage SM-3 est estimée à 4 737 km^2 et représente près de 76,5 % de la superficie totale du bassin versant. La presque totalité de la superficie du bassin versant de la rivière Sainte-Marguerite, soit 6 168 km^2 (99,6 %), est drainée à SM-2 (Therrien *et al*. 2001). Le barrage SM-3 compte parmi les plus grands barrages du Québec. Les périodes de turbinage intensives ne sont pas connues. Le mode de gestion des exploitants des barrages est également non-connu.
Extrême	Le degré d'activité associé à la production hydroélectrique et à la gestion de l'eau est d'une **intensité extrême** en fonction du nombre très élevé, de la très forte densité et/ou de la grosseur considérable des ouvrages présents dans l'unité écologique, des volumes et de la fréquence des déversements d'eau associés aux barrages, etc.	x	Très hautement certain		
Élevé	Le degré d'activité associé à la production hydroélectrique et à la gestion de l'eau est d'une **intensité élevée** en fonction du nombre élevé, de la forte densité et/ou de la grosseur moyenne à considérable des ouvrages présents dans l'unité écologique, des volumes et de la fréquence des déversements d'eau associés aux barrages, etc.		Hautement certain		
Moyen	Le degré d'activité associé à la production hydroélectrique et à la gestion de l'eau est d'une **intensité moyenne** en fonction du nombre, de la densité et/ou de la grosseur modérés des ouvrages présents dans l'unité écologique, des volumes et de la fréquence des déversements d'eau associés aux barrages, etc.		Modérément certain	x	
Faible	Le degré d'activité associé à la production hydroélectrique et à la gestion de l'eau est d'une **intensité faible** en fonction du nombre restreint, de la faible densité et/ou de la grosseur petite à moyenne des ouvrages présents dans l'unité écologique, des volumes et de la fréquence des déversements d'eau associés aux barrages, etc.		Peu certain		
Négligeable	Le degré d'activité associé à la production hydroélectrique et à la gestion de l'eau est d'une **intensité négligeable** en fonction du nombre négligeable, de la très faible densité et/ou de la petitesse des ouvrages présents dans l'unité écologique, des volumes et de la fréquence des déversements d'eau associés aux barrages, etc.		Très peu certain		

Figure 7. Exemple de grille de caractérisation du risque pour une activité humaine : niveau de risque associé au critère d'intensité de la production hydroélectrique et la gestion de l'eau pour la plage de Gallix.

Pour procéder à la caractérisation, l'utilisateur appose un « X » à la droite de la description du critère correspondant au niveau de risque que représente l'activité pour l'unité écologique. La détermination du niveau de risque d'une activité humaine doit s'appuyer sur un travail exhaustif de recherche d'informations et ce, pour chacun des critères.

Les informations nécessaires à la détermination du niveau de risque définissent : 1) l'activité, ses opérations et son développement futur au sein de l'unité écologique ou de la zone d'influence (c'est-à-dire l'information contenue sous les onglets « Unité écologique » et « Portrait ») et 2) les impacts que cette activité, ou les facteurs de stress qu'elle engendre, présentent pour le PU ou les PUM. Ces informations peuvent provenir de différentes sources, par exemple d'avis d'experts et de la littérature. Dans certains cas, l'absence ou le manque d'information nécessitent de faire appel au jugement et à l'expérience de l'utilisateur.

Dans l'exemple de la Figure 7, le niveau de risque représenté par l'hydroélectricité et la gestion de l'eau pour la plage de Gallix est jugé « Extrême » et les informations sur lesquelles se base cette décision sont placées par l'utilisateur dans la case « Justification ». Cette justification est essentielle puisqu'elle aide à assurer que le processus de caractérisation est basé sur des informations pertinentes et fiables. Elle permet d'assurer la transparence de l'analyse et une plus grande acceptabilité par les partenaires. Elle permet aussi de réévaluer plus facilement le niveau de risque lors d'une caractérisation subséquente en répertoriant les principales sources et informations prises en compte. Une telle réévaluation peut être nécessaire suite à un changement survenu dans un secteur d'activité ou lorsque de l'information nouvelle sur le sujet devient disponible.

Suite à la caractérisation du risque, il est nécessaire de déterminer le niveau de certitude des informations à partir desquelles le choix du niveau de risque a été réalisé. Il est évident que la quantité et la qualité de l'information disponible peuvent être très inégales d'un sujet à l'autre, ce qui implique une variabilité de la fiabilité des résultats. Afin de pallier à cette situation, une échelle d'incertitude, également à cinq niveaux (Figure 7), accorde un degré de fiabilité aux sources utilisées (sur la base des critères de classement de l'incertitude placés à l'onglet « Probabilité et incertitude »).

Aussi, la section « Résultats » placée dans la partie supérieure droite de la Figure 7 est un résumé des résultats de la caractérisation de l'activité, ici « Production hydroélectrique et gestion de l'eau ». Un tel résumé des résultats est créé automatiquement pour chaque activité : la première ligne correspond à la valeur de risque (de 1 à 5) accordée à l'activité pour chacun des cinq critères (intensité, durée, étendue géographique, tendance et réponse régulatrice) et la deuxième ligne est une compilation de la valeur accordée à l'incertitude (variant entre 0,1, 0,3, 0,5, 0,7 et 0,9). Ces résultats sont reportés dans un sommaire placé à l'onglet « Calcul » (Figure 8) et seront utilisés à l'Étape 5.

Enfin, il est important de préciser que toutes les activités présentées par les SdE sont incluses dans l'outil, de façon à ce que ce dernier soit inclusif et intégrateur. Toutefois, le tableau interactif complété à l'Étape 1 (Figure 5) fait en sorte d'éviter que les activités absentes de la zone à l'étude soient reportées sur les graphiques de profil du risque et ce, même si l'utilisateur

en complétait les grilles de caractérisation. Dans le sommaire des résultats (Figure 8), ces activités sont représentées par un « Faux », conséquence de l'impossibilité de caractérisation.

	Severite			Incertitude (Severite)			Probabilite		Incertitude Probabilite	
Activite humaine	Intensite	Duree	Etendue geographique	Intensite	Duree	Etendue geographique	Tendance	Reponse spatiale	Tendance	Reponse spatiale
Production hydroélectrique et gestion de l'eau	5	5	4	0.5	0.1	0.5	3	1	0.3	0.1
Activités municipales	3	5	4	0.3	0.1	0.3	3	2	0.5	0.3
Activités récréotouristiques	4	5	4	0.3	0.7	0.5	4	3	0.5	0.3
Industries lourdes	4	5	2	0.1	0.1	0.3	5	1	0.3	0.1
Transport maritime	5	5	2	0.1	0.1	0.3	5	2	0.3	0.3
0	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX
Transport routier	2	5	1	0.1	0.1	0.1	3	1	0.3	0.1
0	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX
Pêches	2	2	2	0.3	0.5	0.5	3	2	0.3	0.3
Foresterie	2	4	2	0.9	0.5	0.9	3	1	0.7	0.1
Agriculture	2	3	1	0.3	0.3	0.3	3	1	0.5	0.1

Figure 8. Sommaire des résultats de la caractérisation du risque associé aux activités humaines de la plage de Gallix.

3.2.3 Étape 3 – Caractérisation du risque associé aux facteurs de stress

L'Étape 3, sous les onglets identifiés du chiffre 3, consiste à caractériser le risque associé à chacun des facteurs de stress. Pour chacun des six facteurs de stress identifiés par les modèles SdE (Figure 4 et Annexe 3), cinq critères permettent de caractériser le risque, soit l'amplitude, la sensibilité de l'écosystème et la réversibilité (liés à la sévérité), ainsi que les impacts observés dans le passé et les impacts attendus dans le futur (liés à la probabilité) (Annexe 2). Le format selon lequel ces critères d'évaluation ont été construits et le choix du niveau de risque et d'incertitude sont sensiblement les mêmes que ceux présentés pour les activités humaines (Section 3.2.2). La justification y est tout aussi importante et y joue le même rôle.

Les descriptions des cinq niveaux de risque pour la caractérisation des facteurs de stress se basent sur le modèle écologique spécifique (Annexe 3). En effet, ce modèle SdE a permis de formuler des descriptions propres à chacun des facteurs en y incluant leurs impacts respectifs. La Figure 9 montre un exemple de description de niveau de risque pour le critère « Modification de la zone riveraine » auquel sont intégrés ses impacts spécifiques, soit la perte de superficie de la zone intertidale, l'érosion, le colmatage, la perte de qualité du substrat et l'accumulation de sédiments.

REVERSIBILITE	
Niveau de risque	Critère
	La réversibilité correspond à la possibilité de renverser les impacts induits par le facteur de stress à l'intérieur de l'unité écologique. Elle est associée à la résilience ou à l'adaptation des espèces et des habitats présents en réponse aux dommages subis. La réversibilité peut être conditionnelle à la mise en place de mesures de gestion environnementale.
Extrême	Les impacts engendrés par la modification de la zone riveraine, soit la perte de superficie de la zone intertidale, l'érosion, le colmatage, la perte de qualité du substrat et l'accumulation de sédiments, **sont irréversibles ou quasi-irréversibles**. Les espèces et les habitats présents ont une très faible capacité à surmonter ou à s'adapter aux perturbations subies. Les dommages au niveau de l'espèce, de l'habitat ou de l'écosystème sont permanents ou potentiellement réversibles moyennant une période prolongée d'efforts de gestion majeurs et soutenus.
Élevé	Les impacts engendrés par la modification de la zone riveraine, soit la perte de superficie de la zone intertidale, l'érosion, le colmatage, la perte de qualité du substrat et l'accumulation de sédiments, **sont difficilement réversibles**. Les espèces et les habitats présents ont une faible capacité à surmonter ou à s'adapter aux perturbations subies. Les dommages au niveau de l'espèce, de l'habitat ou de l'écosystème sont quasi-permanents ou réversibles moyennant une longue période de rétablissement naturel ou, à moyen terme, suite à des efforts soutenus de gestion environnementale.
Moyen	Les impacts engendrés par la modification de la zone riveraine, soit la perte de superficie de la zone intertidale, l'érosion, le colmatage, la perte de qualité du substrat et l'accumulation de sédiments, **sont réversibles**. Les espèces et les habitats présents ont la capacité de surmonter ou de s'adapter aux perturbations subies. Les dommages au niveau de l'espèce, de l'habitat ou de l'écosystème sont temporaires à semi-permanents ou réversibles suite une courte période d'efforts de gestion environnementale ou suite à une longue période de rétablissement naturel.
Faible	Les impacts engendrés par la modification de la zone riveraine, soit la perte de superficie de la zone intertidale, l'érosion, le colmatage, la perte de qualité du substrat et l'accumulation de sédiments, **sont facilement réversibles**. Les espèces et les habitats présents ont une forte capacité à surmonter ou à s'adapter aux perturbations subies. Les dommages au niveau de l'espèce, de l'habitat ou de l'écosystème sont temporaires ou réversibles moyennant une courte période d'efforts de gestion environnementale ou à moyen terme de façon naturelle.
Négligeable	Les impacts engendrés par la modification de la zone riveraine, soit la perte de superficie de la zone intertidale, l'érosion, le colmatage, la perte de qualité du substrat et l'accumulation de sédiments, **sont réversibles naturellement**. Les espèces et les habitats présents ont une forte capacité à surmonter et à s'adapter aux perturbations subies. Les dommages au niveau de l'espèce, de l'habitat ou de l'écosystème sont très temporaires et sont pleinement réversibles de façon naturelle.

Figure 9. Exemple de description de niveau de risque associé au critère de réversibilité pour le facteur de stress « Modification de la zone riveraine ».

Un autre sommaire des résultats (Figure 10) est produit automatiquement sous l'onglet « Calculs » en fonction de l'information fournie lors de cette étape.

	Sévérité			Incertitude (Sévérité)			Probabilité		Incertitude (Probabilité)	
Facteur de stress humain	Amplitude	Sensibilité de l'écosystème	Réversibilité	Amplitude	Sensibilité de l'écosystème	Réversibilité	Impacts observés dans le passé	Impacts attendus dans le futur	Impacts observés dans le passé	Impacts attendus dans le futur
Modification de la zone riveraine	5	4	3	0.1	0.3	0.7	4	3	0.3	0.5
Modification du régime hydrique	5	4	3	0.1	0.5	0.9	4	3	0.3	0.5
Modification de la température et de la salinité de l'eau	2	4	3	0.7	0.3	0.7	3	2	0.7	0.7
Modification de l'apport en nutriments	2	2	2	0.3	0.7	0.7	3	3	0.5	0.5
Modification de l'apport de matière organique	3	4	3	0.3	0.5	0.5	3	3	0.7	0.5
Introduction de contaminants	5	4	4	0.3	0.3	0.3	2	2	0.7	0.5

Figure 10. Sommaire des résultats de la caractérisation des risques associés aux facteurs de stress de la plage de Gallix.

3.2.4 Étape 4 – Pondération des couples Activité humaine/Facteur de stress

La formation des couples par l'association directe des valeurs attribuées aux activités et aux facteurs de stress lors des Étapes 2 et 3 peut mener à une représentation graphique irréaliste ou à certains non-sens. À titre d'exemple, le transport maritime a été identifié comme une activité ayant un potentiel de risque généralement élevé pour la plage de Gallix (Figure 8) en raison de la présence de ports industriels importants de part et d'autre de l'unité (à Port-Cartier et Sept-Îles). D'un autre côté, le facteur de stress « Modification de la zone riveraine » représenterait un risque important pour la conservation du capelan en raison de ses impacts potentiels sur la zone de fraie et d'alevinage (Figure 10). Cependant, le jumelage direct de ces valeurs en couple Activité humaine/Facteur de stress correspond, sur le profil, à un niveau de risque élevé qui n'est pas représentatif de la situation observée dans l'unité écologique. Dans les faits, il n'est pas exact de dire que l'activité associée au transport maritime, bien qu'importante en périphérie de la plage de Gallix, y engendre véritablement une modification de la zone riveraine. Cet exemple démontre que même si le couple Activité humaine/Facteur de stress existe, comme indiqué par les liens de la Figure 4, il est nécessaire de le quantifier et de le qualifier plus spécifiquement en fonction de l'unité écologique.

L'Étape 4 a été développée dans le but de résoudre cette problématique en permettant de considérer la pertinence du couple Activité humaine/Facteur de stress dans l'unité écologique. Elle permet, par le biais d'un tableau interactif (Figure 11[8]) placé sous les onglets « 4-Lien », de pondérer le lien unissant les composants de chacun des couples. Pour compléter ces tableaux, l'utilisateur répond à la question suivante : « Dans quel ordre de grandeur l'activité induit-elle le facteur de stress dans l'unité écologique ? ». La cote accordée à la force des liens peut être : faible (0,1), moyen (0,5) ou fort (1,0)[9]. Chaque cote viendra ensuite multiplier les valeurs obtenues pour les couples lors de la caractérisation du risque et, par conséquent, repositionnera les points sur le profil.

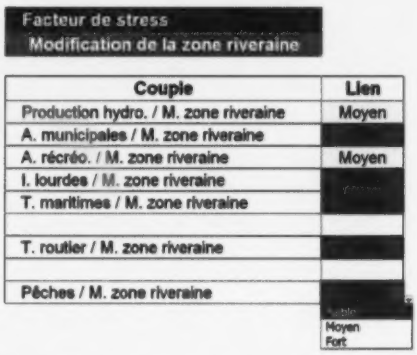


Figure 11. Exemple de pondérateur de la force du lien d'un couple Activité humaine/Facteur de stress « Modification de la zone riveraine » pour la plage de Gallix.

[8] Pour les Figures 11 et 12, les cellules vides (ou « 0 ») correspondent aux activités absentes de l'unité, tel que déterminé lors de l'étape 1 (Section 3.1.5). Par exemple, pour la plage de Gallix, l'aquaculture et la filière pétrole et gaz sont absents.

[9] Le choix de ces valeurs résulte d'un consensus basé sur l'expertise des membres du groupe de travail. Ces valeurs ont permis de repositionner les points selon les besoins du cas de la plage de Gallix. Les résultats obtenus ont été jugés réalistes.

La Figure 12 montre le sommaire de l'étape de pondération des liens qui est créé automatiquement sous l'onglet « Calculs » et qui sera utilisé à l'Étape 5.

Pondération						
Production hydroélectrique et gestion de l'eau	0.5	1	1	0.1	0.1	
Activités municipales	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Activités récréotouristiques	0.5	0.1		0.1	0.1	0.1
Industries lourdes	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5
Transport maritime	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5
0	0	0	0	0	0	0
Transport routier	0.1	0.1			0.1	0.1
0	0			0	0	0
Pêches	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Foresterie		0.1	0.1	0.1	0.1	
Agriculture		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Figure 12. Sommaire des résultats de la pondération de la force des couples Activité humaine/Facteur de stress pour la plage de Gallix.

3.2.5 Étape 5 – Profil de risque

L'étape de la création des profils de risque pour chacun des facteurs de stress, sous les onglets « 5-Profil », est la dernière étape de l'analyse des conditions prédites. Les calculs nécessaires au positionnement des points sur le graphique sont réalisés sous l'onglet « Calculs ». Il s'agit en fait de deux moyennes calculées à partir des niveaux de risque attribués aux composants d'un couple Activité humaine/Facteur de stress : 1) pour les critères de sévérité (coordonnée en abscisse) et 2) pour les critères de probabilité (coordonnée en ordonnée) (Figures 8 et 10). Chacune des deux moyennes est par la suite multipliée par la cote de pondération qui a été attribuée au couple à l'Étape 4 (Figure 12). Un exemple de calcul des coordonnées est placé dans l'exemplaire de l'outil présentant l'exercice de Gallix (Annexe 5).

Le graphique résultant de ces calculs permet de visualiser le niveau de risque que représente une activité humaine en fonction d'un facteur de stress pour l'unité écologique déterminée. La Figure 13 présente le profil de risque des différentes activités pouvant provoquer le facteur de stress « Modification de la zone riveraine » pour la plage de Gallix. Selon ce profil, les activités municipales auraient un potentiel d'impact plus élevé, alors que les activités liées au transport maritime et routier, à la pêche et aux industries lourdes présenteraient un potentiel de risque plutôt négligeable.

Figure 13. Profil de risque des activités humaines présentes et ayant le potentiel d'engendrer une modification de la zone riveraine pour la plage de Gallix.

Pour compléter l'information présentée par les profils de risque, les valeurs d'incertitude octroyées au cours des Étapes 2 et 3 (Sections 3.2.2 et 3.2.3) sont également représentées sous forme de barres d'incertitude associées à chacun des points. Ces barres offrent un aperçu de la certitude des sources[10] sur lesquelles la caractérisation du risque d'un couple Activité humaine/Facteur de risque a été basée. Ces valeurs d'incertitude correspondent à deux moyennes distinctes calculées à partir des valeurs d'incertitude associées aux critères de sévérité et de probabilité (Figures 8 et 10), mais sans pondération cette fois.

Les cinq autres profils de risque produits lors de l'exercice de Gallix sont disponibles dans le fichier « analyse-conditions-mesurees_gallix.xls » placé à l'Annexe 5.

[10] Il est important de spécifier que ces barres d'incertitude ne correspondent pas à des valeurs d'erreur type (au même titre qu'en statistique). Elles constituent plutôt une représentation visuelle de la quantité et de la qualité de l'information obtenue sur laquelle se base l'évaluation du risque d'un couple Activité humaine/Facteur de stress.

4.0 DISCUSSION

4.1 INTERPRÉTATION DES PROFILS DE RISQUE

Par les profils produits, l'outil d'analyse des conditions prédites offre une représentation visuelle des résultats qui permet une comparaison et une hiérarchisation rapide du niveau de risque potentiel de chacun des couples. L'interprétation de ces graphiques comporte toutefois une particularité que l'utilisateur et le décideur devront garder en mémoire : les activités susceptibles de perturber le milieu représentent un risque théorique, mais n'ont pas nécessairement un impact réel et actuel sur le milieu. Par exemple, le profil présenté à la Figure 13 identifie les activités municipales comme étant celles qui présentent le plus grand potentiel d'engendrer une modification de la zone riveraine. Cependant, dans le cas particulier de la plage de Gallix, les intervenants du milieu sont au fait que les activités municipales, et plus particulièrement la mise en place de structures de protection des berges (p. ex. enrochement, épis), représentent un haut risque pour l'équilibre de la plage et pour le maintien des terrains adjacents qui accueillent des résidences. Par conséquent, cette prise de conscience semble favorable à la conservation de cette zone de fraie et d'alevinage du capelan et, ultimement, à la conservation de l'espèce elle-même. À l'heure actuelle, les lignes de gestion qui sont appliquées par les gestionnaires du territoire prennent en compte l'analyse avantages-coûts des diverses solutions pour faire face au phénomène de l'érosion des berges. Par exemple, il est envisagé de déplacer les habitations situées en zone d'érosion plutôt que d'opter pour la protection de la zone riveraine par la mise en place d'ouvrages durs pouvant mener à la réduction ou à la disparition de la plage. En maintenant cette approche, les décideurs pourraient ainsi amoindrir les impacts futurs des activités municipales sur la plage de Gallix.

Cet exemple d'approche démontre que par l'estimation du risque écologique potentiel et par l'interprétation des profils de risque, l'outil proposé permet aux intervenants du milieu et aux gestionnaires de cerner efficacement les éléments de risque les plus critiques pour une unité écologique particulière et permet ainsi d'orienter la prise de décision, les lignes de gestion, la gouvernance et l'investissement des efforts.

Le tableau 1 regroupe les informations présentées par l'ensemble des profils de risque produits lors de l'exercice de Gallix. Ce tableau synthèse constitue une autre option de représentation visuelle des résultats pouvant aider à l'interprétation et à la prise de décision lors de l'étape de la gestion du risque. De plus, la représentation cartographique mentionnée parmi les éléments d'intérêts des méthodes consultées (Section 2.1.3) pourrait aussi être utilisée ici afin de bonifier la visualisation des résultats et la communication de l'information. Toutefois, une telle représentation du risque demande un traitement de l'information au niveau spatial, ce qui n'a pu être développé suite à l'exercice de Gallix. Toutefois, elle demeure une avenue à envisager pour ce type d'exercice.

Tableau 1. Synthèse des résultats de l'analyse des conditions prédites pour la plage de Gallix; couleurs = correspondent à celles du profil de risque; gris = couple inexistant dans l'unité écologique; noir = impossibilité de couplage quelle que soit l'unité écologique.

Activités/Facteurs de stress	M. zone riveraine	M. régime hydrique	Température et salinité	Nutriments	M. organique	Contaminants
Production hydro.	Production hydro. / M. zone riveraine			Production hydro. / Nutriments	Production hydro. / M. organique	
A. municipales		A. municipales / M. régime hydrique	A. municipales / Température et salinité	A. municipales / Nutriments	A. municipales / M. organique	A. municipales / Contaminants
A. récréo.	A. récréo. / M. zone riveraine	A. récréo. / M. régime hydrique		A. récréo. / Nutriments	A. récréo. / M. organique	A. récréo. / Contaminants
I. lourdes	I. lourdes / M. zone riveraine	I. lourdes / M. régime hydrique	I. lourdes / Température et salinité	I. lourdes / Nutriments	I. lourdes / M. organique	I. lourdes / Contaminants
T. maritimes	T. maritimes / M. zone riveraine	T. maritimes / M. régime hydrique	T. maritimes / Température et salinité	T. maritimes / Nutriments	T. maritimes / M. organique	T. maritimes / Contaminants
Aquaculture	Aquaculture / M. zone riveraine	Aquaculture / M. régime hydrique	Aquaculture / Température et salinité	Aquaculture / Nutriments	Aquaculture / M. organique	Aquaculture / Contaminants
T. routier	T. routier / M. zone riveraine	T. routier / M. régime hydrique			T. routier / M. organique	T. routier / Contaminants
Pétrole et gaz	Pétrole et gaz / M. zone riveraine			Pétrole et gaz / Nutriments	Pétrole et gaz / M. organique	Pétrole et gaz / Contaminants
Pêches	Pêches / M. zone riveraine	Pêches / M. régime hydrique	Pêches / Température et salinité	Pêches / Nutriments	Pêches / M. organique	Pêches / Contaminants
Foresterie		Foresterie / M. régime hydrique	Foresterie / Température et salinité	Foresterie / Nutriments	Foresterie / M. organique	
Agriculture		Agriculture / M. régime hydrique	Agriculture / Température et salinité	Agriculture / Nutriments	Agriculture / M. organique	Agriculture / Contaminants

4.2 POURSUITE DE LA DÉMARCHE PROPOSÉE

Selon la démarche d'évaluation du risque proposée lors de la phase II, trois autres blocs d'analyse suivent l'analyse des conditions prédites. Ces blocs sont inhérents à l'accomplissement d'une évaluation de risque complète qui intègre tous les aspects d'une problématique. Dans cette optique, les Blocs d'analyse 2, 3 et 4 ont aussi fait l'objet de réflexions, de recherches d'informations et d'un travail préliminaire pour développer des outils adaptés. Ces analyses subséquentes et les grandes conclusions dégagées de cet exercice sont présentées à l'Annexe 4.

Afin de permettre l'analyse des conditions mesurées (Bloc 2), une ébauche de l'outil « Analyse des conditions mesurées » est présentée à la Section A4.1 (Annexe 4). Cette ébauche consiste en un chiffrier Excel conçu selon un visuel harmonisé à celui de l'analyse des conditions prédites (Figure 7). L'analyse des conditions du milieu permet d'accorder une valeur numérique à l'état du milieu, ici l'unité écologique, à l'aide d'indicateurs mesurant des paramètres biophysiques spécifiquement liés aux impacts induits par les facteurs de stress identifiés.

La Section A4.2 présente, pour sa part, une proposition de démarche permettant de réaliser l'analyse des conditions désirées (Bloc 3). La méthode proposée ciblerait les enjeux ressortis par l'exercice d'analyse des conditions prédites et des conditions mesurées (Blocs 1 et 2) et y ajouterait une dimension de risque reliée aux valeurs sociales, économiques et culturelles.

Enfin, la Section A4.3 aborde le Bloc 4, soit l'analyse comparative des conditions. Cette étape finale de l'évaluation du risque permet d'obtenir une vue d'ensemble des résultats acquis à chacun des blocs précédents et de les comparer entre eux. Bien qu'une partie de la démarche proposée soit encore à l'état d'ébauche, les suggestions et les réflexions présentées à l'Annexe 4 montrent l'éventail des possibilités offertes par l'ensemble des analyses et des outils envisagés.

Ces ébauches démontrent que ce type de démarche nécessite du temps et des ressources afin d'obtenir un produit complet, valide et approuvé couvrant l'ensemble du processus d'évaluation du risque. Par exemple, le processus menant à l'évaluation des valeurs sociales et culturelles implique la consultation de la population par des méthodes pouvant présenter un investissement de temps et de ressources considérable. L'élaboration des indicateurs nécessaires à l'outil « Analyse des conditions mesurées » est un autre exemple de l'investissement essentiel à la poursuite de la démarche entreprise ici. Le développement de ces indicateurs requiert une revue de littérature exhaustive et des études de caractérisation complètes ou partielles du milieu, processus pouvant s'échelonner sur plusieurs mois, voire sur plusieurs années.

5.0 CONCLUSION

L'objectif de cette phase II du projet, soit proposer une démarche et développer des outils d'évaluation du risque appliqués à la conservation du capelan de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (PU) dans le cadre d'une analyse de risque, a été atteint. Dans le but de valider la démarche et les outils envisagés en les appliquant à un contexte réel, la plage de Gallix a été sélectionnée à titre d'unité écologique représentative de la zone de fraie et d'alevinage du capelan (PUM) et le sujet d'étude a été circonscrit aux facteurs de stress pouvant provoquer l'altération de la zone côtière. La démarche, les outils et les ébauches d'outils proposés ont été adaptés de méthodes existantes et basés sur les informations fournies par les modèles SdE produits lors de la phase I. Qu'ils soient sous forme complète ou non, les outils présentés visent à obtenir des résultats précis, complémentaires et simples d'interprétation. Aussi, ils montrent que le développement d'outils d'évaluation du risque intégrateurs, flexibles, polyvalents, simples d'utilisation et permettant une communication efficace des résultats est possible. Au final, l'ensemble de la démarche d'évaluation du risque envisagée veut fournir un portrait complet du risque, incluant les aspects écologique, social, économique et culturel associés à une composante écologique d'une unité spécifique. Ce portrait guidera les gestionnaires de façon concrète, sur la base d'informations scientifiques, au moment de la réalisation de la dernière étape de l'analyse de risque, soit la prise de décision dans le cadre de la gestion du risque.

6.0 REMERCIEMENTS

La participation de nombreuses personnes a permis de mener à bien cette deuxième phase du projet. Les auteurs remercient particulièrement les membres du groupe de travail nommés à l'Annexe 1 ainsi que Matthew Hardy pour leur avis professionnel. Les auteurs soulignent aussi l'aide apportée par Gilles Fortin lors de la préparation et de l'édition des cartes et par Caroline Cloutier lors de la recherche documentaire et de la rédaction du portrait de Gallix. Finalement, les auteurs remercient Danièle Raby et Jacques Trottier pour leurs commentaires et suggestions sur le manuscrit, ainsi que Laure Devine et Jean-François St-Pierre pour l'édition du document.

7.0 RÉFÉRENCES

Fletcher W. J. 2008. A guide to implementing an ecosystem approach to fisheries management (EAFM) for the tuna fisheries of the Western and Central Pacific Region. Version 5. Forum Fisheries Agency, Honiara, Solomon Islands. 70 p.

Giguère, N., Perreault, L., Nellis, P., Savenkoff, C., Bilodeau, F, Giangioppi, M., Tremblay, G.H., Dufour, R., Comtois, S. et Grégoire F. 2011. Réalisation de modèles de séquence des effets (SdE) appliqués à la conservation du capelan dans le cadre d'une approche d'analyse de risque. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2934 : vii + 76 p.

Grégoire, F., Gauthier, J., Savenkoff, C., Lévesque, C., Beaulieu, J.-L., et Gendron, M.-H. 2008. Pêche commerciale, prises accessoires et biologie du capelan (*Mallotus villosus*) de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (divisions 4RST de l'OPANO) pour la période de 1960 à 2007. Secr. Can. de consult. Sci. du MPO, Doc. Rec. 2008/084. iv + 89 p.

Hydro-Québec, 2002. Construction de l'aménagement hydroélectrique de la Sainte-Marguerite-3 (1994-2002) : Faits saillants du bilan environnemental. Hydro-Québec. 21 p.

Lockie, S. et Jennings, S. 2003. Central Queensland Healthy Waterways Survey. Cooperative Research Centre for Coastal Zone, Estuary and Waterway Management, Brisbane. 50p.

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2010. Analyse du risque [en ligne]. http://www.dfo-mpo.gc.ca/oceans/marineareas-zonesmarines/loma-zego/atlantic-atlantique/gsl/3/3243-fra.htm (page consultée le 28 février 2011).

MPO (Ministère des Pêches et des Océans). 2011. Réseau des observateurs de capelan, bilan des observations 2010 [en ligne]. Disponible à http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/signaler-report/ROC-CON/2010-2011/Bilan_2010.pdf (page consultée le 6 octobre 2011). 27p.

Moss, A., Cox, M., Scheltinga, D., et Rissik, D. 2006. Integrated estuary assessment framework. Cooperative Research Centre for Coastal Zone, Estuary and Waterway Management. Tech. Rep. 69 : 93 p.

Savenkoff, C., Castonguay, M., Chabot, D., Hammill, M.O., Bourdages, H., and Morissette, L. 2007a. Changes in the northern Gulf of St. Lawrence ecosystem estimated by inverse modelling: Evidence of a fishery-induced regime shift? Est. Coast. Shelf Sci. 73: 711–724.

Savenkoff, C., Swain, D.P., Hanson, J.M., Castonguay, M., Hammill, M.O., Bourdages, H., Morissette, L., and Chabot, D. 2007b. Effects of fishing and predation in a heavily exploited ecosystem: Comparing periods before and after the collapse of groundfish in the southern Gulf of St. Lawrence (Canada). Ecol. Model. 204: 115–128.

Stephenson, S.A. et Hartwig, L. 2009. The Yukon North Slope Pilot Project: An environmental risk characterization using a Pathways of Effects model. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 2896 : vi + 57 p.

Therrien, F., Gamache, D., Messier, D., Massicotte, B., and Vézina, C. 2001. Aménagement hydroélectrique Sainte-Marguerite-3; suivi environnemental 2000. Caractéristiques physiques et chimiques de l'estuaire durant le remplissage du réservoir Sainte-Marguerite-3. Roche ltée, Groupe-conseil et Prodhyc inc. Pour la direction de projet Sainte-Marguerite-3, Hydro-Québec. 154 p. + annexes.

8.0 ANNEXES

Annexe 1. Composition du groupe de travail du MPO ayant collaboré à la phase II du projet pilote.

Participant	Direction ou secteur	Région
Arseneau, Cédric	Pêches et aquaculture	Québec
Comtois, Sophie	Gestion des écosystèmes	Québec
Dufour, Réjean	Sciences	Québec
Ellefsen, Hans-Frédéric	Secteur Côte-Nord	Québec
Giangioppi, Martine	Politique et planification des océans	Administration centrale
Giguère, Noémie	Gestion des écosystèmes	Québec
Grégoire, François	Sciences	Québec
Hazel, François	Gestion des écosystèmes	Québec
Magassouba, Ali	Politiques et économique	Québec
Massicotte, Éric	Politiques et économique	Québec
Nellis, Pierre	Gestion des écosystèmes	Québec
Savenkoff, Claude	Sciences	Québec
Tremblay, Gilles H.	Gestion des écosystèmes	Québec

Annexe 2. Glossaire.

Les définitions qui suivent sont adaptées aux besoins du document. Plusieurs sont tirées du rapport de la phase I (Giguère *et al.* 2011) et sont utiles à la compréhension du texte et à l'interprétation des modèles SdE placés à l'Annexe 3. Les éléments principaux sont en caractère gras alors que les sous-catégories d'éléments sont soulignées.

Paramètre ultime (PU) : composante ou fonction écologique (non mesurable) à protéger.

Conservation du capelan : consiste à préserver l'intégrité des populations, sous-populations ou stocks de capelan.

Paramètres ultimes mesurables (PUM) : composante écologique mesurable (ou PUM) liée au paramètre ultime (PU) à protéger. Puisque mesurable, cette composante permet d'établir le lien entre le paramètre ultime (ici, la conservation du capelan) et les objectifs de gestion déterminés par les décideurs.

Quantité et qualité de l'habitat de fraie et d'alevinage du capelan (Zone de fraie et d'alevinage) : qualité des caractéristiques biophysiques, nombre et superficie des aires utilisées par le capelan pour ses activités de reproduction (zone de fraie) et pour ses premiers stades de vie (zone d'alevinage). Il est à noter que pour les besoins du projet et en raison des données disponibles, ce PUM exclut le volet de fraie en eaux profondes, phénomène peu connu, pour se concentrer sur la fraie en zone côtière.

Abondance du capelan : nombre total d'individus ou nombre d'individus par unité d'espace (surface ou volume) constituant une population, sous-population ou un stock de capelan dans une région donnée.

Unité écologique : espace d'un potentiel biologique et physique particulier (p. ex. incluant des groupes d'espèces végétales ou animales caractéristiques) et représentatif du paramètre ultime considéré ou d'un de ses paramètres ultimes mesurables.

Zone d'influence : espace à l'intérieur duquel peuvent se dérouler des activités humaines susceptibles d'affecter directement l'unité écologique en y induisant un ou plusieurs facteurs de stress. La zone d'influence se situe généralement à proximité de l'unité écologique, mais ses limites peuvent varier en fonction du type d'activité humaine considéré (p. ex. la zone d'influence pour les activités forestières correspond au territoire couvert par les bassins versants se déversant dans l'unité ou à sa périphérie).

Activités humaines : ensemble des activités et actions humaines qui seraient susceptibles d'affecter les PU et PUM en induisant des facteurs de stress. Les activités humaines constituent des éléments sur lesquels les mesures de gestion peuvent s'appliquer.

Production hydroélectrique et gestion de l'eau : la **production hydroélectrique** se rapporte à la conversion de l'énergie hydraulique de l'eau en mouvement (p. ex. cours d'eau, chutes d'eau, vagues, courants marins) pour produire de l'électricité. La **gestion de l'eau** concerne la régulation ou le stockage artificiel d'un cours d'eau ou d'un plan d'eau à l'aide d'infrastructures humaines (p. ex. barrages hydroélectriques, barrages de retenue, digues), afin de la réutiliser pour divers usages (p. ex. irrigation, industrie, hydroélectricité, pisciculture, réserve d'eau potable).

Activités municipales : désigne les activités administrées par les municipalités, les MRC et les communautés autochtones et qui peuvent affecter certains processus ou éléments du milieu naturel. Ce secteur d'activités se divise en deux sous-catégories : le secteur du génie civil et de la voirie et le secteur résidentiel. Le secteur du **génie civil et de la voirie** concerne les activités liées au développement et à l'aménagement d'un territoire public (p. ex. déforestation, drainage, déviation de cours d'eau), à la construction et l'entretien des infrastructures publiques (p. ex. réseau routier, aqueduc, égouts) et à l'hygiène publique (p. ex. gestion des eaux et des neiges usées, gestion des déchets humains). Le secteur des **activités résidentielles** concerne les activités liées au développement, à l'aménagement, à la construction et à l'entretien de terrains ou d'infrastructures privés (p. ex. artificialisation des berges, ouvrages de stabilisation, drainage de terrain, présence ou absence de végétation et de fosse septique).

Activités récréotouristiques : désigne l'ensemble des activités reliées aux secteurs du loisir et du tourisme (p. ex. activités de randonnée, incluant l'utilisation de véhicules motorisés, navigation de plaisance, observation de mammifères marins). La définition englobe également les installations nécessaires à ces activités (p. ex. hôtels, marinas, sentiers de randonnées pédestres ou motorisées), les activités d'aménagement, de construction et d'entretien de ces infrastructures (p. ex. enrochement, défrichage), ainsi que les rejets ou les autres conséquences engendrés par ces activités (p. ex. introduction d'espèces exotiques dans le milieu, piétinement, peinture antisalissure).

Industries lourdes : désigne les secteurs économiques liés à la production ou à la transformation de matières premières (p. ex. mine, métallurgie, chimie, papeterie.). La définition englobe également les installations industrielles (p. ex. usines, fonderies, raffineries), les activités d'aménagement, de construction et d'entretien de ces infrastructures (p. ex. déforestation, remblai), ainsi que les rejets ou les autres conséquences engendrés par ces activités (p. ex. émissions atmosphériques, eaux usées, déversements accidentels).

Transport maritime : désigne le transport de marchandises ou de personnes par bateau. La définition englobe également les installations maritimes (p. ex. ports, quais, écluses, brise-lames), les activités d'aménagement, de construction et d'entretien de ces infrastructures (p. ex. dragage, enrochement), ainsi que les rejets ou les autres conséquences engendrés par ces activités (p. ex. introduction d'espèces exotiques dans le milieu, émissions atmosphériques, eaux de ballast, eaux grises, déversements accidentels, peintures antisalissure).

Aquaculture : regroupe les activités de production animale ou végétale en milieu aquatique naturel ou artificiel. La définition englobe également les installations aquacoles (p. ex. bassins, collecteurs, cages), les activités d'aménagement, de construction et d'entretien de ces infrastructures (p. ex. prise d'eau, enrochement, déviation de cours d'eau), ainsi que les rejets ou

les autres conséquences engendrés par ces activités (p. ex. échappement d'espèces exotiques dans le milieu, propagation de maladies, utilisation de nutriments, d'antibiotiques, de désinfectants).

Transport routier : désigne le transport terrestre de marchandises ou de personnes par la route. La définition englobe également les infrastructures routières (p. ex. réseau routier, ponts et ponceaux), les activités d'aménagement, de construction et d'entretien de ces infrastructures (p. ex. déforestation, drainage, terrassement), ainsi que les rejets ou les autres conséquences engendrés par ces activités (p. ex. production de poussières et d'aérosols, bruit, modification du climat local, fragmentation des habitats).

Pétrole et gaz : désigne l'ensemble des activités liées à l'exploration (relevés sismiques) et à l'exploitation (forage) des ressources pétrolières et gazières en milieu marin. La définition englobe également les infrastructures (p. ex. plateformes de forage, pipeline), les activités d'aménagement, de construction et d'entretien de ces infrastructures (p. ex. battage de pieux, dynamitage), ainsi que les rejets ou les autres conséquences engendrés par ces activités (p. ex. résidus de forage, émissions atmosphériques, déversements accidentels, pollution lumineuse).

Pêches : désigne l'ensemble des activités de capture d'animaux aquatiques dans leur milieu naturel, que ce soit de façon ciblée (pêches commerciale, récréative ou de subsistance) ou non (prises accessoires). La définition s'étend aussi aux activités de transformation primaire et secondaire, où les organismes sont préparés pour la distribution sur le marché.

Foresterie : désigne l'ensemble des activités reliées à l'exploitation des forêts. La définition englobe également les infrastructures (p. ex. chemins forestiers, ponceaux, traverse à gué), les activités d'aménagement, de construction et d'entretien de ces infrastructures (p. ex. défrichage, débroussaillage, drainage, remblai, plantation), ainsi que les rejets ou les autres conséquences engendrés par ces activités (p. ex. changement de la structure et des conditions environnementales des écosystèmes, compaction des sols, fragmentation d'habitat, ruissellement).

Agriculture : désigne l'ensemble des activités liées à l'aménagement du milieu naturel pour la production végétale ou l'élevage d'animaux afin de satisfaire les besoins des sociétés humaines. La définition englobe également les infrastructures (p. ex. système d'irrigation, silos), les activités d'aménagement, de construction et d'entretien de ces infrastructures (p. ex. déforestation, drainage, remblai), ainsi que les rejets ou les autres conséquences engendrés par ces activités (p. ex. épandage, pulvérisation de fertilisants ou de pesticides, utilisation d'hormones pour l'élevage).

Facteur de stress : facteurs physiques, biologiques ou chimiques engendrés par les activités humaines et qui génèrent des impacts (voir la définition) susceptibles d'affecter les PU ou PUM (la zone de fraie et d'alevinage dans ce cas-ci).

Modification de la zone riveraine : modification ou altération des conditions originales de la zone riveraine, soit la zone de transition entre un plan d'eau naturel et la végétation en zone sèche, en

réponse à des activités humaines ou des facteurs de stress d'origine humaine (p. ex. dévégétalisation, enrochement, remblais, piétinement).

Modification du régime hydrique : modification ou altération des conditions originales de la circulation des eaux (p. ex. ruissellement, infiltration, évaporation) en réponse à des activités humaines ou des facteurs de stress d'origine humaine (p. ex. construction de barrages, de ponts, déviation de cours d'eau, déforestation).

Modification de la température et de la salinité de l'eau : modification des conditions originales de température et salinité de l'eau en réponse à des activités humaines ou des facteurs de stress d'origine humaine (p. ex. déforestation, construction de barrages, déviation des cours d'eau).

Modification d'apport de matière organique ou nutriments : modification des conditions originales d'apport de matière organique (composés carbonés dissous ou particulaires d'origine végétale ou animale) et de nutriments (substance organique ou minérale directement assimilable par l'organisme) en réponse à des activités humaines ou des facteurs de stress d'origine humaine (p. ex. rejet d'eaux usées, eaux de ballast, déforestation, épandage).

Introduction de contaminants : désigne l'apport artificiel de tout agent biologique ou chimique dans l'environnement en réponse à des activités humaines ou des facteurs de stress d'origine humaine (p. ex. émissions atmosphériques, utilisation de peinture antisalissure, déversement accidentel) et pouvant compromettre l'intégrité du milieu ou des organismes présents.

Critère : élément sur lequel se base la caractérisation du risque en permettant le jugement ou la détermination du niveau de risque potentiel que représente une activité humaine ou un facteur de stress par rapport au PU ou au PUM illustré par l'unité écologique.

Intensité : l'intensité, ou degré d'activité, se définit comme l'amplitude du phénomène qu'une activité humaine engendre à l'intérieur de l'unité écologique et/ou à l'intérieur d'une zone d'influence directe sur l'unité écologique. Elle est exprimée en valeur numérique, tels une fréquence, un effort ou une puissance.

Durée : fait référence à l'espace de temps qui s'écoule entre le début et la fin de la période d'opération de l'activité humaine. L'opération a lieu à l'intérieur de l'unité écologique et/ou à l'intérieur d'une zone d'influence directe sur l'unité écologique. La durée est exprimée en valeur temporelle, soit sur une base annuelle, soit proportionnellement à la durée d'une période écologique critique propre à l'unité écologique.

Étendue géographique : fait référence à l'espace occupé par l'activité humaine et par ses opérations à l'intérieur de l'unité écologique et/ou à l'intérieur de la zone d'influence directe sur l'unité écologique. L'étendue y est exprimée en termes d'unité de surface, de superficie, de longueur, de largeur, etc.

Tendance : fait référence à l'orientation que prennent une activité humaine, ses opérations et/ou son secteur d'activité et qui entraîne, avec le temps, des changements dans sa dynamique. La

tendance peut être à la hausse, stable ou à la baisse. Elle peut être exprimée en pourcentage par unité de temps (souvent sur une ou plusieurs années).

Réponse régulatrice : correspond au dispositif mis en place pour réagir aux déviations, pour modérer et pour réguler une activité humaine et/ou ses opérations. Elle regroupe l'ensemble des processus, des politiques, des mécanismes, des pratiques ou des actions existants, s'appliquant à l'intérieur de l'unité écologique et visant la diminution du risque environnemental associé à l'activité.

Amplitude : correspond à l'importance des impacts engendrés par le facteur de stress à l'intérieur de l'unité écologique. Elle représente le degré de changements pouvant être induit par l'arrivée d'un nouveau stress ou par l'augmentation significative d'un stress dont les effets étaient jusqu'alors peu perceptibles. Ce degré de changements imposé aux conditions initiales du milieu peut être exprimé en termes d'abondance ou de force (potentiel d'altération) des conséquences prévues.

Sensibilité : correspond à la propriété qu'a l'écosystème de percevoir les modifications de conditions environnementales dues aux facteurs de stress et d'y réagir. Elle est généralement décrite comme une réaction négative synonyme de vulnérabilité et opposée à la tolérance. La sensibilité est intimement liée à l'importance écologique et à la rareté : plus l'importance écologique et la rareté des espèces ou des habitats composant un écosystème sont élevés, plus l'écosystème qui en dépend est sensible et vulnérable.

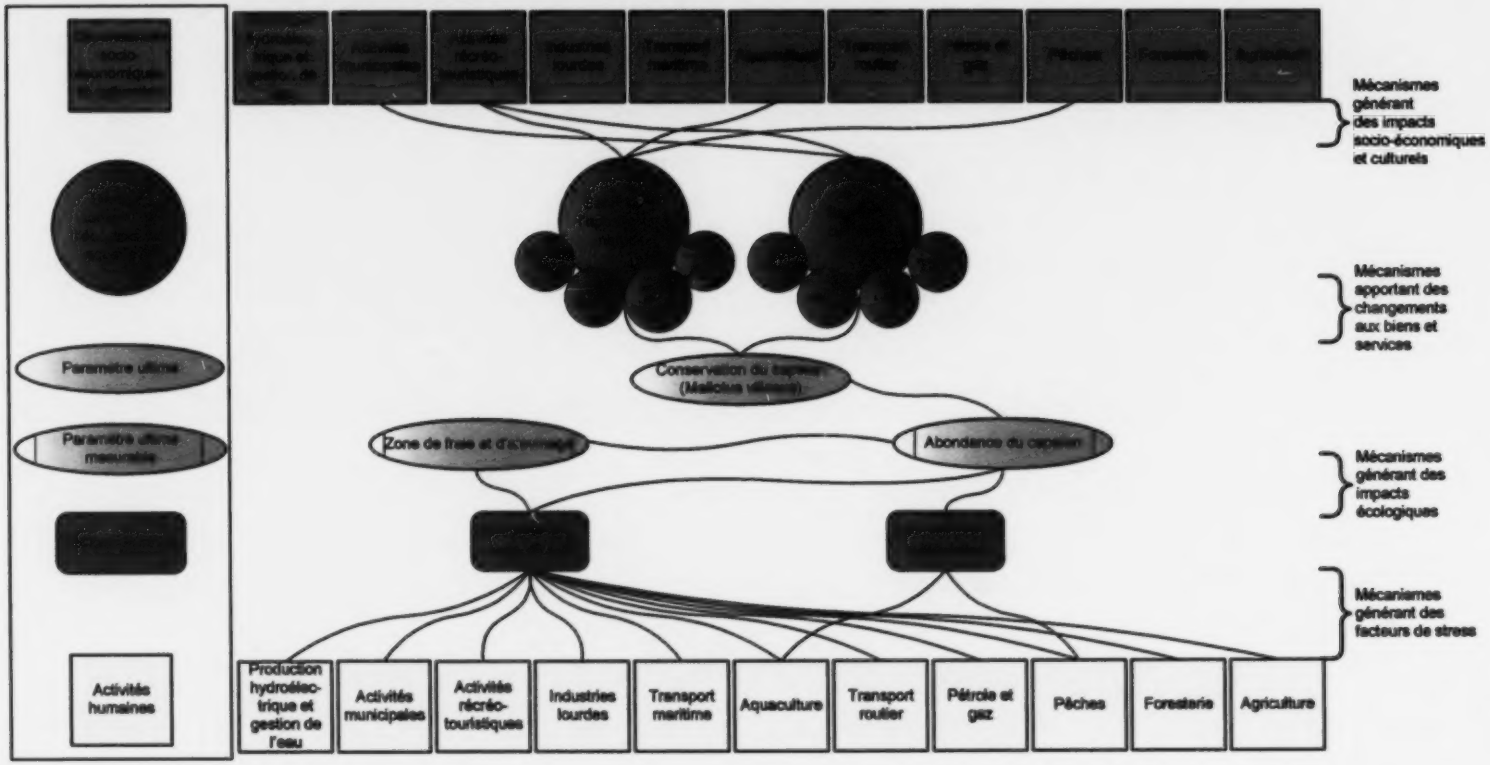
Réversibilité : correspond à la possibilité de renverser les impacts induits par le facteur de stress à l'intérieur de l'unité écologique. Elle est associée à la résilience ou à l'adaptation des espèces et des habitats présents en réponse aux dommages subis. La réversibilité peut être conditionnelle à la mise en place de mesures de gestion environnementale.

Impacts observés dans le passé : font référence aux effets et à l'influence du facteur de stress survenus à l'intérieur de l'unité écologique ou observés dans des conditions similaires. Ces impacts peuvent être décrits en termes de chronicité ou de sporadicité.

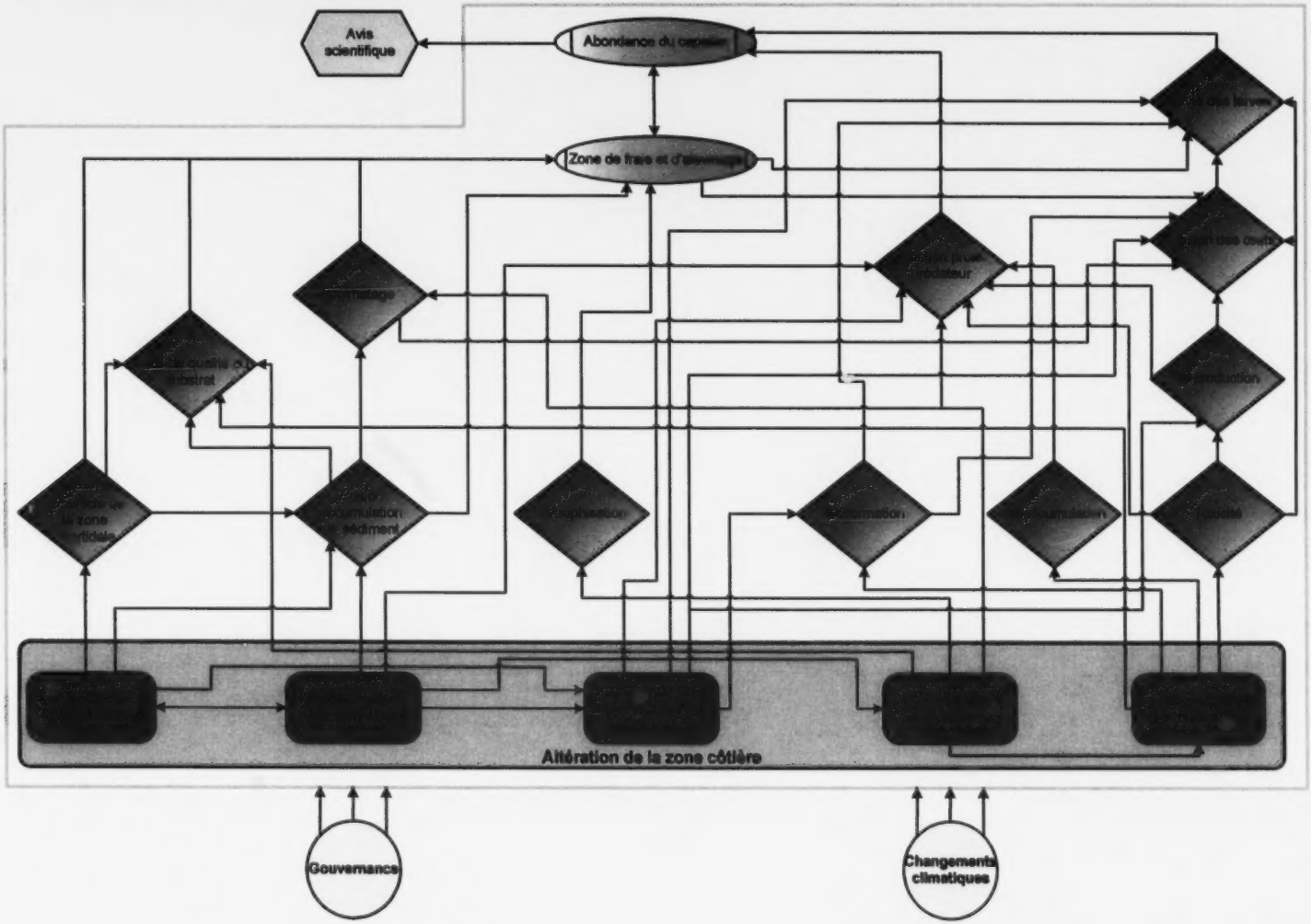
Impacts attendus dans le futur : indiquent que les effets et l'influence du facteur de stress sont anticipés ou ont le potentiel de survenir à l'intérieur de l'unité écologique.

Annexe 3. Modèles de séquence des effets.

Annexe 3a. Modèle holistique de séquence des effets sur la conservation du capelan de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (réalisé lors de la phase I du projet pilote; Giguère *et al.* 2011).



Annexe 3b. Modèle spécifique écologique de la séquence des effets sur la zone de fraie et d'alevinage du capelan (réalisé lors de la phase I du projet pilote; Giguère *et al.* 2011).



Annexe 4. Poursuite de la démarche proposée.

La poursuite de la démarche proposée cible les Blocs d'analyse 2, 3 et 4 (Figure 3). Les informations d'intérêt sur lesquelles bâtir les futurs outils pour mener à bien ces analyses sont présentées dans cette annexe.

A4.1 Analyse des conditions mesurées

Pour l'analyse des conditions mesurées, une ébauche d'outil a été produite sous forme de chiffrier Excel (Annexe 5, « analyse-conditions-mesurees_original.xls »). Certaines similitudes existent entre cette ébauche d'outil et l'outil d'analyse des conditions prédites. Ceci vise à simplifier l'utilisation des différents outils en harmonisant l'ensemble de la démarche.

L'ébauche d'outil proposé est adaptée au cas de la zone de fraie et d'alevinage du capelan et pourrait être appliquée à la plage de Gallix pour compléter l'exercice de la phase II. Les principes sous-jacents à l'élaboration de cet outil, présentés aux Sections A4.1.1 à A4.1.3, peuvent aussi servir de guide au développement d'outils d'évaluation des conditions du milieu adaptés à d'autres espèces ou zones d'étude.

Dans son état actuel, le chiffrier Excel est conçu de façon à visualiser l'outil final qui pourrait être produit. Il n'est pas conçu pour calculer, pour faire des liens entre les éléments ou pour produire des résultats.

A4.1.1 Étape 1 – Énumération des indicateurs d'état du milieu

En premier lieu, l'analyse des conditions mesurées vise à dresser un portrait des conditions actuelles du milieu en établissant une valeur aux conditions qui règnent à l'intérieur de l'unité. Concrètement, l'analyse veut évaluer, sur la base des informations scientifiques les plus pertinentes, l'état du milieu en regard des facteurs de stress qui l'affectent.

La première étape de ce processus consiste à faire une revue des indicateurs d'état du milieu existants ou à développer, afin d'établir une liste aussi complète que possible des paramètres pertinents à l'évaluation.

Pour le cas de la zone de fraie et d'alevinage du capelan, un tableau a été construit suite à la consultation d'ouvrages de référence (Nakashima et Taggart 2002, Nakashima et Wheeler 2002, Moss et al. 2006), du réseau d'observateurs du capelan (ROC) et d'experts[11]. Ce tableau présente des exemples d'indicateurs qui permettraient de juger de l'état du milieu selon les impacts associés à chacun des six facteurs de stress identifiés par les modèles SdE. Ce tableau est présenté à l'onglet « Liste des indicateurs » de l'ébauche d'outil présentée à l'Annexe 5.

[11] François Hazel et François Grégoire, MPO, région du Québec.

A4.1.2 Étape 2 – Définition des niveaux d'état du milieu

Suite à l'énumération de plusieurs indicateurs pouvant permettre l'évaluation de l'état du milieu, il peut être nécessaire d'effectuer une sélection parmi ceux-ci. Cette étape permet de retrancher les indicateurs moins pertinents, trop coûteux, irréalistes ou inexistants. Par exemple, la liste établie pour la zone de fraie et d'alevinage du capelan présente un total de 47 indicateurs potentiels permettant d'évaluer l'état de l'unité écologique par rapport aux facteurs de stress pouvant provoquer l'altération de la zone côtière. Ce nombre élevé doit être diminué avant de réaliser l'évaluation, principalement en raison des coûts et de la complexité de la collecte des données qu'ils représentent.

Pour cette raison, la seconde étape de l'analyse des conditions mesurées vise à sélectionner les indicateurs qui apporteront les informations scientifiques les plus complètes et les plus pertinentes pour chacun des facteurs de stress ou des impacts identifiés. Cette étape doit être accomplie par les utilisateurs selon les caractéristiques de l'unité écologique sur laquelle ils travaillent.

Un exemple de développement d'indicateurs a été réalisé pour quatre paramètres d'une plage à capelan (Figure A4.1). Cet exemple est placé à l'intérieur de l'ébauche d'outil sous l'onglet « Modification de la zone riveraine » (Annexe 5). Les indicateurs « Développement de la zone riveraine », « Grosseur du grain dominant », « Taux de recul annuel du trait de côte » et « Proportion de substrat fin (≤ 0,125 mm) dans le substrat d'incubation » ont été retenus en raison de la disponibilité des informations nécessaires à ce processus de développement des niveaux. En effet, pour chacun d'eux, des niveaux d'état du milieu ont été développés suite à une revue de littérature. Ces niveaux (idéalement au nombre de cinq, mais pouvant varier selon l'information disponible – p. ex. Figure A4.1 c et d) permettraient de juger de l'état du milieu de l'unité écologique en classant les conditions d'« Excellente » à « Très mauvaise ». Cet exercice permet de visualiser le travail nécessaire à la poursuite du développement de l'outil.

Facteur de stress

Modification de la zone riveraine

a)

Perte de superficie de la zone intertidale

État du milieu	Développement de la zone riveraine	Placer un X
Très mauvaise condition	Plus de 50 % de la zone riveraine est développée	
Mauvaise condition	Entre 26 et 50 % de la zone riveraine est développée	
Bonne condition	Entre 11 et 25 % de la zone riveraine est développée	
Très bonne condition	Entre 6 et 10 % de la zone riveraine est développée	
Excellente condition	Moins de 5 % de la zone riveraine est développée	

b)

Érosion/accumulation de sédiment

État du milieu	Taux de recul annuel du trait de côte	Placer un X
Très mauvaise condition	Plus de 4,7 m par an	
Mauvaise condition	Entre 2 et 4,7 m par an	
Bonne condition	Entre 1et 2 m par an	
Très bonne condition	Entre 0,2 et 1 m par an	
Excellente condition	Moins de 0,2 m par an	

c)

Perte de qualité du substrat

État du milieu	Grosseur du grain dominant	Placer un X
Très mauvaise condition	Sable très fin et limon (plus petit que 2 mm) ou grains plus gros que 25 mm	
Mauvaise condition		
Bonne condition	Sable moyen (entre 2 mm et 5 mm) ou gravier moyen (entre 20 mm et 25 mm)	
Très bonne condition		
Excellente condition	Sable très grossier et gravier fin (entre 5 et 20 mm)	

d)

Colmatage

État du milieu	Proportion de substrat fin (≤ 0.125 mm) dans le substrat d'incubation	Placer un X
Très mauvaise condition	Plus de 0,40 % de substrat fin (≤ 0.125 mm)	
Mauvaise condition		
Bonne condition	Entre 0,20 % et 0,40 % de substrat fin (≤ 0.125 mm)	
Très bonne condition		
Excellente condition	Moins de 0,20 % de substrat fin (≤ 0.125 mm)	

Figure A4.1. Exemple de niveaux d'indicateurs d'état du milieu mesurant les impacts induits par la modification de la zone riveraine pour une plage à capelan. Niveaux élaborés pour a) l'indicateur « Développement de la zone riveraine » mesurant l'impact « Perte de superficie de la zone intertidale »; b) l'indicateur « Taux de recul annuel du trait de côte » mesurant l'impact « Érosion/Accumulation de sédiments »; c) l'indicateur « Grosseur du grain dominant » mesurant l'impact « Perte de qualité du substrat » et d) l'indicateur « Proportion de substrat fin dans le substrat d'incubation » mesurant l'impact « Colmatage ».

A4.1.3 Étape 3 – Résultats de l'analyse

L'analyse des conditions mesurées réalisée à l'aide de l'outil proposé vise à obtenir une valeur numérique correspondant à l'état du milieu. Cette valeur, située entre 1 et 5, serait calculée pour chacun des facteurs de stress pris en compte et sera utilisée à l'étape d'analyse comparative des conditions (Section A4.3).

A4.2 Analyse des conditions désirées

A4.2.1 Objectifs et défis de l'analyse des conditions désirées

Alors que l'objectif principal de l'analyse des conditions prédites est de déterminer le niveau de risque des activités humaines sur l'unité écologique choisie, l'analyse des conditions désirées

sert à attribuer une valeur économique à ces activités. Cette information complémentaire est importante dans la mesure où elle devrait, lorsque conjuguée aux résultats des analyses des conditions prédites et mesurées, faciliter la prise de décision. En effet, même si une activité humaine représente un risque important pour une unité écologique, les décideurs pourraient être réticents à réduire ou mettre fin à cette activité s'ils sont incertains de son importance économique.

Le défi de ce type d'analyse est d'attribuer une valeur économique à des activités qui, souvent, ne génèrent aucun échange monétaire. C'est d'ailleurs le cas pour plusieurs activités récréatives. Pourtant, ces dernières ont bel et bien une valeur économique puisque les utilisateurs sont prêts à y consacrer une partie de leur temps libre et que, vraisemblablement, ils seraient disposés à y consacrer des sommes d'argent si cela leur était demandé. À l'inverse, certaines activités humaines génèrent des revenus substantiels, mais aussi des externalités négatives non comptabilisées. Ce serait le cas notamment d'une industrie polluante ou bruyante. Dans certains cas, les valeurs économiques non monétaires ou les externalités négatives peuvent avoir un effet sur la valeur foncière des propriétés situées à proximité. Par ailleurs, comment évaluer les activités qui créent de nombreux emplois par rapport à celles qui en créent peu ou pas? Que dire des activités qui ont une importance stratégique qui ne se reflète pas nécessairement dans les seuls revenus monétaires engendrés (p. ex. transport maritime)?

A4.2.2 Exemple du sondage de Lockie et Jennings sur les cours d'eau du Queensland central

Ces facteurs font en sorte qu'il est difficile, avec de simples calculs, de déterminer la valeur économique des activités humaines. Afin de relever le défi, certains ont plutôt opté pour des sondages à grande échelle auprès de la population concernée. C'est le cas, notamment, de Lockie et Jennings qui, en 2003, ont mené un sondage téléphonique d'une vingtaine de minutes auprès des 818 résidents du Queensland (Australie). Par ce questionnaire, les auteurs devaient notamment accorder une valeur sur une échelle de 1 à 10 à des activités ayant un impact sur les cours d'eau de la région. Les résultats sont présentés au Tableau A4.1.

Tableau A4.1. Valeurs attribuées aux activités ayant un impact sur les cours d'eau du Queensland

Activités humaines	Valeur	Écart-type
Pompage pour eau potable	8,96	2,23
Agriculture	7,64	2,73
Tourisme	7,54	2,43
Pompage pour activités industrielles	7,51	2,83
Activités récréatives terrestres	7,18	2,41
Activités culturelles et festivals	7,17	2,40
Activités récréatives nautiques	6,64	2,87
Déversement des déchets liquides	6,55	3,62
Pêche commerciale	5,86	3,12
Extraction de sable et de gravier	5,73	3,32
Autres utilisations commerciales/industrielles	5,71	3,34
Développement résidentiel	5,26	2,93
Transport de personnes	5,25	3,03

A4.2.3 Application d'une analyse des conditions désirées au cas de la plage de Gallix

Si un sondage de ce type devait être mené auprès de la population vivant à proximité de la plage de Gallix, des précautions devraient être prises afin que les directives et les informations fournies aux répondants soient suffisantes pour s'assurer de résultats significatifs. À titre d'exemple, chaque participant pourrait recevoir des fiches d'information sur chacune des activités humaines à évaluer. Ces fiches présenteraient des données sur le nombre d'emplois, les revenus, les taxes payées, l'importance stratégique ou culturelle, le nombre d'adeptes (lorsqu'il s'agit d'une activité culturelle) et, lorsqu'applicable, des informations qualitatives pertinentes. Des instructions sur la façon de prendre en compte ces informations devraient également être fournies. Enfin, le sondage devrait également recueillir des informations sur les répondants (p. ex. sexe, âge, scolarité, revenus) afin d'être en mesure de mieux analyser les résultats.

Le Tableau A4.2 présente ce à quoi pourrait ressembler un tableau sommaire des résultats d'un sondage auprès de la population sur la valeur économique des activés humaines ayant un impact sur la plage de Gallix.

Tableau A4.2. Valeurs attribuées aux activités humaines ayant un impact sur la plage de Gallix.

Activités humaines	Valeur (1 à 5)	Écart-type
Production hydroélectrique et gestion de l'eau		
Activités municipales		
Activités récréotouristiques		
Industries lourdes		
Transport maritime		
Transport routier		
Pêches		
Foresterie		
Agriculture		

Il pourrait également être envisagé de confier à des experts l'évaluation de la valeur économique des activités humaines. Pour évaluer les éléments qui sont plus difficilement quantifiables, ceux-ci pourraient utiliser des sondages, mais également recourir à d'autres techniques ou méthodologies.

Conjugués aux résultats de l'analyse des conditions prédites, les résultats de l'analyse des conditions désirées pourraient permettre aux décideurs de prioriser la réduction ou l'élimination des activités humaines ayant un impact négatif (ou un risque) important sur l'unité écologique et une faible valeur économique. À l'inverse, les activités comportant un faible risque pour l'unité écologique, mais représentant une valeur économique élevée ne devraient pas, logiquement, être des cibles prioritaires.

A4.3 Analyse comparative des conditions

L'étape de l'analyse comparative vient conclure la démarche d'évaluation du risque proposée par la phase II de ce projet. Cette étape importante permettrait de comparer les valeurs obtenues lors des trois blocs d'analyse précédents, soit les analyses des conditions prédites (Bloc 1), mesurées (Bloc 2) et désirées (Bloc 3). Le modèle présenté au Tableau A4.3 pourrait, en partie, être utilisé à cet effet. Dans cet exemple de tableau synthèse des résultats, les facteurs de stress sont identifiés. La valeur numérique placée dans la colonne « Niveau de risque » correspond à celle obtenue suite à l'analyse des conditions prédites. La valeur produite par l'analyse des conditions mesurées est placée sous la colonne « Condition du milieu ». Une fois cette partie du tableau remplie, il serait possible d'identifier les facteurs de stress pour lesquels les valeurs de niveau de risque et de condition du milieu sont les plus élevées et ainsi ressortir les facteurs de stress critiques. Les valeurs obtenues suite à l'analyse des conditions désirées (valeurs socio-économiques et culturelles), alors établies selon les enjeux prioritaires ressortis par les analyses des Blocs 1 et 2, seraient placées dans la colonne « Importance des valeurs selon le classement effectué par les communautés ». Le tableau comparatif résultant serait un outil de synthèse et d'aide à la décision efficace, facilement interprétable et servant d'amorce à l'étape de gestion du risque.

Tableau A4.3. Exemple de communication des résultats de l'évaluation du risque pour un système spécifique (adapté de Moss *et al.* 2006).

Facteur de stress	Niveau de risque	Condition du milieu	Valeurs affectées	Importance des valeurs selon le classement effectué par les communautés
Ruissellement acide	5	4	Écosystème	5
Nutriments	2	1	Écosystème	5
Perte d'habitat	4	4	Écosystème	5
Pathogènes	5	5	Activités récréatives	2

Annexe 5. Outils

Le CD contient trois fichiers Excel et un document Word :

1) Le fichier Excel « analyse-conditions-predites_original.xls » contenant un exemplaire vierge de l'outil du même nom.

2) Le document Word « gabarit_redaction-portrait.doc » contenant un gabarit complet pour guider l'élaboration du portrait d'une unité écologique.

3) Le fichier Excel « analyse-conditions-predites_gallix.xls » présentant les résultats de l'exercice d'application de l'outil au contexte de la plage de Gallix.

4) Le fichier Excel « analyse-conditions-mesurees_original.xls » contenant un exemplaire vierge de l'ébauche d'outil du même nom.